

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Харківський національний університет радіоелектроніки
Національний науковий центр «Інститут метрології»
Білоруський національний технічний університет
Технічний університет - Софія
Таллінський технологічний університет
Технічний університет Братислави
Університет Любляни*

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИКИ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

Матеріали I Міжнародної
науково-технічної конференції

07-08 грудня 2017 року

Харків

2017

Організаційний комітет:

Голова - проф. Сокол Євген Іванович, НТУ «ХПІ»

Заступник голови - проф. Марченко Андрій Петрович, НТУ «ХПІ»

Заступник голови - проф. Гапон Анатолій Іванович, 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»

Н.Є. Гоц, д.т.н., проф., НУ «Львівська політехніка»

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 № 10 від 24.11.2017)

А 43 Актуальні проблеми автоматики та приладобудування : матеріали Міжнарод. наук.-техн. конфер., 07-08 грудня 2017 р. / Є.І. Сокол (голова оргком.) – Х. : ФОП Мезіна В., 2017. – 252 с.

ISBN 978-6177577-38-5

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 978-6177577-38-5

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

КВАНТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ НОВОЇ SI – МАЙБУТНЄ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

Несєжмаков П.І., Павленко Ю.Ф.

***Національний науковий центр “Інститут метрології”,
вул. Мируносицька, 42, м. Харків, Україна, 61002
pavel.neyehmakov@metrology.kharkov.ua; <http://www.metrology.kharkov.ua>***

У 2018 р. планується прийняти нову редакцію Міжнародної системи одиниць SI на заміну класичної SI, в якій ще залишається простежуваність до артефактів, квантовою SI – на основі фундаментальних та атомних сталей. Нова філософія SI базується на досягненнях квантової фізики та приведе до впровадження революційних інноваційних методів, які будуть сприяти кращому процесу поширення одиниць SI за допомогою еталонів та сенсорів до того моменту, коли наявний обмін артефактами для забезпечення якості вимірювання стане непотрібним. Створення мініатюрних та надійних приладів, робота яких базується на використанні квантових та фотонних явищ, відкриває нові горизонти і являє собою революційне технологічне зрушення метрологічної діяльності. У цих пристроях для квантової SI присутня ціла низка технологій, які раніше не використовувалися, для таких застосувань, як нановиробництво, фотоніка та атомна фізика.

Сьогодні ці методи і засоби вже широко використовуються в частотно-часових і просторових вимірюваннях, що дозволяє досягти значних успіхів у цих галузях. Поява лазерного охолодження іонів та атомів понад чотири десятиріччя тому привела до розробки мікрохвильових – фонтанного типу та оптичних годинників – на основі поодиноких захоплених іонів або нейтральних атомів, що утримуються в оптичних решітках-пастках. У провідних лабораторіях проводяться активні дослідження оптичних годинників на різних елементах (Yb, Sr, Al) та різних типах еталонних переходів. Відношення частот між цими годинниками можна виміряти з невідомістю, меншою, ніж при реалізації частоти за допомогою цезієвих годинників, що дозволяє проводити дослідження порушення принципу еквівалентності Ейнштейна. А розподілені складні годинники можуть забезпечити методи виявлення гравітаційних хвиль, тим самим допомагаючи дослідженням Всесвіту. Окрім того, на часі поява релятивістської геодезії та значне підвищення точності тектонічної геодезії. Остання може удосконалити прогнозування землетрусів.

Справжня квантова революція відбувається у відтворенні одиниці маси, і на зміну платиново-іридієвому артефакту йдуть “електричний” і “атомний” кілограми, які дозволяють позбутися “останнього головного болю метрологів” і створити природний еталон кілограма, зняти постійну ту-

рботу про стабільність прототипу, його зберігання і передавання розміру кілограма по всьому світу. У напрямку використання квантових технологій створення “первинних” термометрів і простежування до сталої Больцмана розвивається сучасна первинна термометрія.

У галузі оптичної метрології існує потреба у подальшому розвитку метрик та методів використання однофотонних джерел і приймачів. Ця галузь швидко розвивається, тож слід чекати нарощування зусиль щодо їх досліджень і застосувань у різноманітних оптичних технологіях, таких як квантові обчислення, оптичний квантовий зв’язок, оптична радіометрія. Це вимагає появи квантової оптичної метрології, що базується на нових еталонах, які б працювали в однофотонному режимі та були вбудовані у квантові оптичні прилади.

Електричні квантові еталони є основою електричних вимірювань і у теперішній SI. Багато зусиль було докладено для реалізації квантового метрологічного трикутника, за допомогою якого узгоджуються три квантових електричних ефекти: ефект Джозефсона, квантовий ефект Холла та ефект одноелектронного тунелювання. Активне впровадження квантових методів та технологій в електрику дасть можливість забезпечити простежуваність усіх видів електричних вимірювань до фундаментальних сталих і суттєво підвищити точність вимірювань.

Окремо слід сказати щодо впровадження квантових технологій у приладобудування, якому присвячена ця конференція. Міжнародні дослідницькі програми з метрології передбачають розвиток квантових методів не тільки для створення еталонів і ЗВТ вищої точності, але і для практичної метрології та приладобудування. Сьогодні їх розвиток продовжується у двох напрямках: розширення функціональних можливостей квантових методів, а також спрощення умов і апаратури для їх реалізації з метою більшої доступності широкому колу користувачів.

У першому напрямку розроблено методи й апаратуру для відтворення напруги змінного струму на основі ефекту Джозефсона (точність підвищена на 2 порядки); створено методологію використання квантового ефекту Холла на змінному струмі та калібрування на його основі всіх параметрів електричних кіл: опору, індуктивності та ємності; методику використання наноматеріалів, зокрема графену. Цей перелік можна продовжувати.

У напрямку доступності використання квантових методів у приладобудуванні розроблено комерційний (серійний) квантовий вольтметр постійного і змінного струму на ефекті Джозефсона, прецизійний міст змінного струму, установки для реалізації квантових ефектів без використання рідкого гелію, що працюють на ефектах високотемпературної надпровідності та механічних охолоджувачах.

ІНЦ “Інститут метрології” разом із кафедрою ІВТС НТУ “ХПІ” став ініціатором впровадження дисципліни “Основи квантової метрології”, а кафедра стала першою в Україні, де читається цей курс.

СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА ТА УПРАВЛІННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

METHODS OF NONLINEAR FOURIER TRANSFORM IN OPTICAL COMMUNICATION

Vasylchenkova A.O.

Aston University, Birmingham, B4 7ET, UK, vasyлча@aston.ac.uk

In optical communication systems, fibre nonlinearity is treated usually as the main factor for the power and capacity limitation. For mathematical description of one-mode optical fibre it is common to use nonlinear Schroedinger equation model (NLS) [1], which in case of zero losses, anomalous dispersion and relevant normalisation describes evolution of electrical field envelope $q(t, z)$:

$$\begin{aligned} qv^2q &= 0 \\ iq_z + q_{tt} + 2 \end{aligned}$$

Zakharov and Shabat in [2] showed the integrability of this equation, caused by applicability of inverse scattering method. In this approach the solution of NLS is unambiguously corresponded to so-called scattering data, which can be derived via solving of Zakharov-Shabat (ZS) problem. In here, two coupled incident waves $\varphi_{1,2}(t)$ are defined via their asymptotes:

$$\varphi_1(t) \rightarrow \exp(-i\xi t), \varphi_2(t) \rightarrow 0 \text{ as } t \rightarrow -\infty$$

and the NLS solution in specific location along fibre $q(t, z_0)$ acts here as a scattering potential. Interaction is described by ODEs with included parameter ξ , which can be treated as analogous of frequency

$$\varphi_1' = -i\xi\varphi_1 + q\varphi_2, \varphi_2' = i\xi\varphi_2 - q\varphi_1$$

Scattering data are determined through waves asymptotes at $t \rightarrow \infty$. There are traditionally defined two auxiliary functions $a(\xi) = \lim_{t \rightarrow \infty} \varphi_1 \exp(i\xi t)$ and $b(\xi) = \lim_{t \rightarrow \infty} \varphi_2 \exp(-i\xi t)$. Their fraction $r(\xi) = b(\xi)/a(\xi)$ is called nonlinear spectrum, whereas zeros of $a(\xi)$ in upper complex half-plane of parameter ξ are associated with solitonic eigenvalues of NLS solution. The advantage of this approach lies in linear evolution of scattering data (both nonlinear spectrum and eigenvalues) evolve linearly during the potential $q(t, z)$ propagation along the fibre. It allows to use scattering data as information storage. This work is addressed to comparative analysis of numerical algorithms for solving of ZS system for information extracting on the receiver. As a test potential the Satsuma-Yajima profile $q(t) = A \operatorname{sech}(t)$ was chosen [3], here A is positive signal amplitude. We compared accuracy and runtime of the algorithms, based on Boffetta-Osborn (BO) [4] method, Ablowitz-Ladik (AL) [5] method (they are

specifically adapted for ZS problem) and more common in ODEs application Runge-Kutta method.

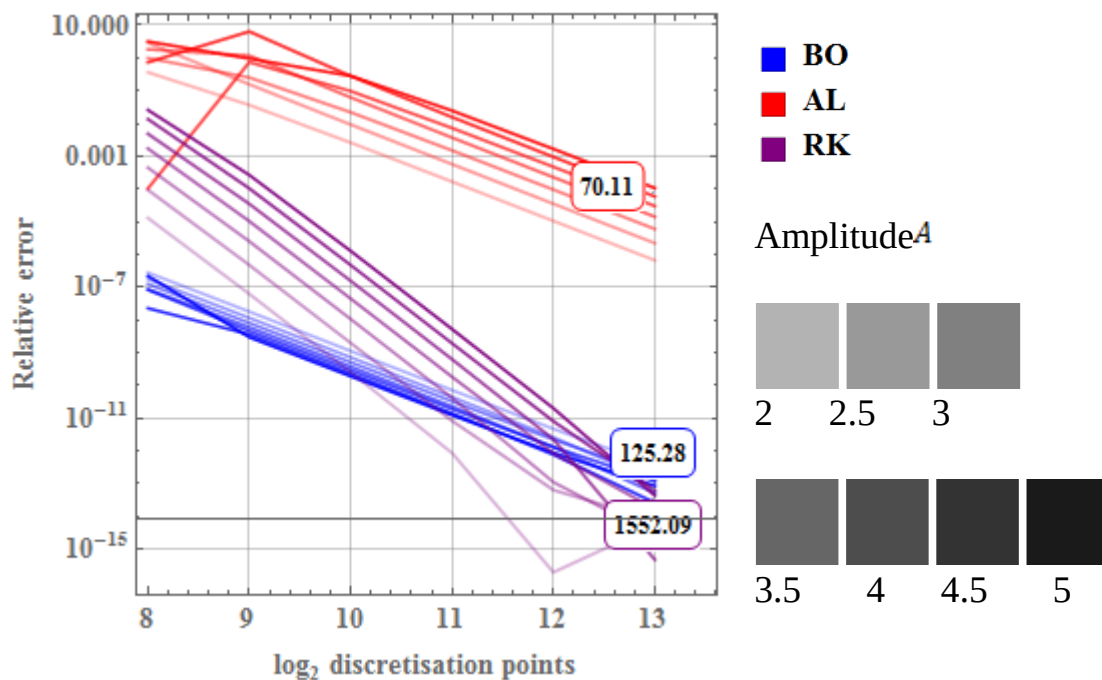


Figure 1

BO method appeared to be more accurate than AL method. Although in case of fine discretisation RK method gives high accuracy, it loses in terms of runtime (depicted on framed labels on the plot). This behaviour is typical independently of potential amplitude, which causes the least influence on the BO method. Therefore, in application for signal processing and decoding BO method is most preferable among analysed ones.

References

1. Agrawal G.P. Nonlinear Fiber Optics / Agrawal G.P. Academic Press, 2001.
2. Zakharov V.E. Exact theory of 2-dimensional self-focusing and one-dimensional self-modulation of waves in nonlinear media / V.E. Zakharov, A.B. Shabat // Sov. Phys. – JETP. – 1972. – p. 62-69.
3. Satsuma J. Initial value problems of One-dimensional Self-modulation of Nonlinear Waves in Dispersive Media / J.Satsuma, N. Yajuma // Supplement of the Progress of Theoretical Physics. – 1974. – p. 55.
4. Burtsev S. Numerical algorithms for the direct spectral transform with applications to nonlinear Schroedinger type systems / S. Burtsev, R. Camassa, Timofeyev I. // J. Comput. Phys. – 1998. – p. 166-186.
5. Ablowitz M.J. Nonlinear differential–difference equations and Fourier analysis / M.J.Ablowitz, J.F. Ladik // Journal of Mathematical Physics. – 1976. – p. 1011-1018.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЗАХВАТНОГО ПРИСТРОЮ РОБОТА З ОБ'ЄКТОМ

Ащепков С.А., Ащепкова Н.С.

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара,
пр. Гагаріна, 72, Дніпро, Україна, 49010, ashchepkovstepan@gmail.com

Вступ. Технологічні процеси з використанням роботів ускладнюються (протирання скла віконної поверхні, настроювання гітари, нарізка смаженого м'яса й т.д.). У процесі взаємодії захватного пристрою з об'єктом і технологічним оснащенням необхідно компенсувати неточності їхнього взаємного положення.

Постановка задачі. Найчастіше рух робота передбачає жорстко задану послідовність приростів узагальнених координат й не залежить від стану зовнішнього середовища. У випадку ідеального взаємного положення об'єкту 2 і захватного пристрою 1, при захваті на об'єкт діє тільки зусилля затискача (рис. 1, а, поз. I). Однак у реальних умовах через похибки переносних рухів і рухів, що орієнтують, мають місце погіршеності розташування об'єкта щодо затискних елементів (губок) захватного пристрою, у результаті чого можуть виникнути небезпечні навантаження, які діють на кінематичний ланцюг: захватний пристрій - об'єкт - технологічне оснащення (наприклад, момент M_K на рис. 1, а, поз. II).

З метою запобігання цього небажаного явища при взаємодії захватного пристрою з об'єктом довільної форми, закріпленим у нерухливому оснащенні, необхідно забезпечити піддатливість у ланцюзі по шести ступеням рухомості: уздовж трьох взаємно перпендикулярних осей і навколо них.

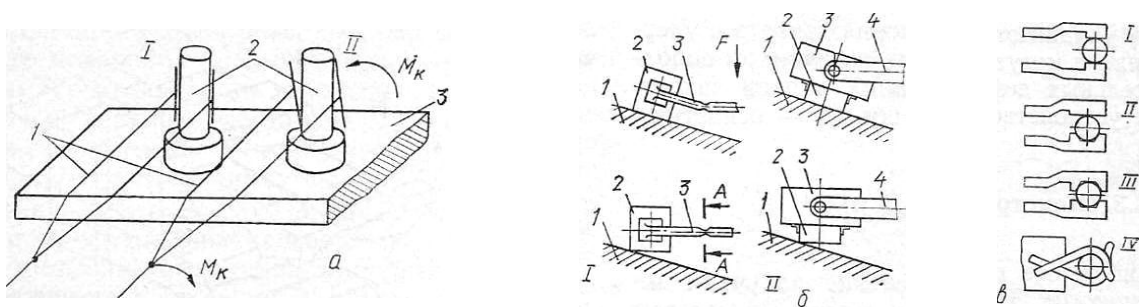


Рисунок 1 – Схеми взаємодії захватного пристрою виробничого робота з об'єктом (а, б): 1 – захватний пристрій, 2 – об'єкт, 3 – технологічне оснащення, 4 – рука маніпулятора; і найпоширеніші форми губок захватного пристрою (в)

Метод дослідження. Аналіз та математичне моделювання податливих рухів здійснено з застосуванням:

- зворотного зв'язку за допомогою лінійних рівнянь і узагальнених

матриць жорсткості;

- гібридного регулятора для керування по деяких узагальнених координатах силою, а по іншим – положенням.

На основі математичного моделювання силової взаємодії губок захватних пристроїв з об'єктом проведено аналіз контактних сил, які система керування має регулювати під час руху. Розглянуто силові взаємодії для найпоширеніших форм губок захватних пристроїв, які представлені на рис. 1, в (I - плоскі; II, III - призматичні; IV - циліндричні). Наприклад, при установці об'єкта 2 на похилу поверхню 1 настановне зусилля F (рис. 1, б, поз. I) може стати джерелом деформації в елементах конструкції захватного пристрою 3, внаслідок чого відбудеться його ушкодження (наприклад, у перетині А-А). Наявність шарнірного з'єднання корпусу 3 захватного пристрою з рукою 4 промислового роботу (рис. 1, б, поз. II) дозволяє уникнути цього явища.

Аналіз результатів. При наявності твердих губок захватний пристрій контактує з поверхнею об'єкта не більш ніж у трьох крапках, які є крапками накладення зв'язків на захоплюваний об'єкт. Важливо, щоб число зв'язків було достатнім для втримання об'єкта, а місця їхнього накладення не стали перешкодою для виконання технологічної операції. Непрямолінійність твірних поверхонь, неточність виготовлення й погрішності форми об'єкту приводять до збільшення кількості крапок контакту.

Забезпечити керовану піддатливість необхідно за рахунок елементів захватних пристроїв. Кількість ступенів рухомості піддатливості можна зменшити завдяки особливостям взаємодіючих поверхонь об'єкта й губок, умовам закріплення об'єкта й піддатливості елементів оснащення (рис. 1, б).

Висновок. Наявність у робота керованої піддатливості наділяє його можливістю сприймати й реагувати на зовнішні контактні зусилля, а також змінювати свою траєкторію відповідно до обраної стратегії.

Список літератури

1. Бурдаков С. Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов / С. Ф. Бурдаков, В. А. Дьяченко, А. Н. Тимофеев // М. : Высшая школа, 1986. – 264 с.
2. Шахинпур М. Курс робототехники. Пер. с англ. / М. Шахинпур. – М. : Мир, 1990. – 527 с.
3. Корягин А. М. Автоматизация типовых технологических процессов и установок / А. М. Корягин, Н. К. Петров, Н. К. Радимов и др. – М. : Машиностроение, 1988. – 432 с.
4. Дашенко А. И. Проектирование автоматических линий / А. И. Дашенко, А. П. Белоусов. – М. : Высшая школа, 1983. – 328 с.
5. Пуховский Е. С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства / Е. С. Пуховский. – К. : Вища школа, 1989. – 240 с.

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ЧИСЕЛЬНОЇ ОЦІНКИ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ КОЕФІЦІЄНТУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВИПАРНИКА ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ

**Бабіченко А.К.¹⁾, Подустов М.О.¹⁾, Кравченко Я.О.¹⁾, Бабіченко Ю.А.²⁾,
Лисаченко І.Г.¹⁾**

¹⁾ НТУ «ХПІ», вул.Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002,

²⁾ УкрДУЗТ, площа Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61001

Сучасні хімічні виробництва характеризуються широким застосуванням апаратів з повітряним і водяним охолодженням. Таке апаратне оформлення при зміні температури і вологості атмосферного повітря сприяє роботі технологічних об'єктів в умовах невизначеності. При цьому деякі з цих невизначеностей можна розрахувати чисельно. До такого класу об'єктів відноситься і блок вторинної конденсації виробництва аміаку. Основними апаратами цього блоку, де власне і відбувається остаточне вилучення продукційного аміаку з циркуляційного газу (ЦГ) за рахунок охолодження, є випарники. Робота цих випарників, що включені у схему роботи абсорбційно-холодильних установок (АХУ), внаслідок застосування на стадії первинної конденсації повітряного охолодження здійснюється під впливом постійних збурень. Це призводить до зміни на вході випарників температури ЦГ і концентрації аміаку у ЦГ відповідно в діапазоні $13 \div 22$ °С і $9 \div 12$ % об. Однак функціонування самих АХУ також відбувається в умовах невизначеності внаслідок застосування повітряних конденсаторів та абсорберів з водяним охолодженням. Все це в цілому призводить до зміни температурного режиму охолодження ЦГ в діапазоні від -8 до 5 °С. Підвищення ж цієї температури навіть на 1 °С згідно існуючих досліджень [1] призводить до збільшення річних витрат природного газу і глибоко знесоленої води у додатковий паровий котел на $307,3$ тис нм^3 / рік для отримання водяної пари високого тиску ($10,5$ МПа). Тому мінімізація температурного режиму охолодження ЦГ у випарниках в умовах невизначеності (зміни зовнішнього теплового навантаження) за рахунок створення високоякісної системи автоматичного управління набуває особливої актуальності. При цьому для належного функціонування такої системи необхідна математична модель випарника для корекції оптимальної траєкторії системи та для корекції параметрів моделі, тобто її ідентифікації в умовах існуючих невизначеностей. Найбільша невизначеність пов'язана з коефіцієнтом теплопередачі, величина якого, згідно існуючих досліджень [1] залежить суттєво від конденсаційного термічного опору. Чисельне значення цього опору постійно змінюється внаслідок коливань температури первинної конденсації, а отже і витрати аміачного конденсату $M_{\text{кк}}$ (т/год) у ЦГ.

Чисельна оцінка коефіцієнту теплопередачі здійснювалась за результатами досліджень, в промислових умовах із застосуванням методу пасивного реєстраційного експерименту. Після оцінки якості отриманої інформації і проведення кореляційного і регресійного аналізу з використанням пакету програми Statistica було встановлено апроксимуюче рівняння для конденсаційного термічного опору R_T^E ($\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$):

$$R_T^E = (0,0956 \cdot M_{\text{кк}}^2 - 2,5111 \cdot M_{\text{кк}} + 21,081) \cdot 10^{-4}. \quad (1)$$

При цьому похибка апроксимації не перевищує 14 %. Такий підхід дозволяє періодично за наведеною вище методикою вносити корективи у загальний термічний опір R_T , тобто ідентифікувати процес теплообміну в цілому.

Остаточна перевірка на можливість застосування рівняння (1) для ідентифікації процесу теплообміну випарника здійснювалась шляхом розв'язання рівнянь математичної моделі з подальшою перевіркою її на адекватність реальному процесу. Програмне забезпечення для розрахунку цільових показників за математичною моделлю реалізоване в пакеті MATLAB. Порівняння експериментальних даних та отриманих за моделлю дозволило зробити висновок про можливість застосування моделі для мінімізації температурного режиму роботи випарника.

Ідентифікатор такої системи для чисельного розрахунку невизначеності коефіцієнта теплопередачі наведено на рис.1.

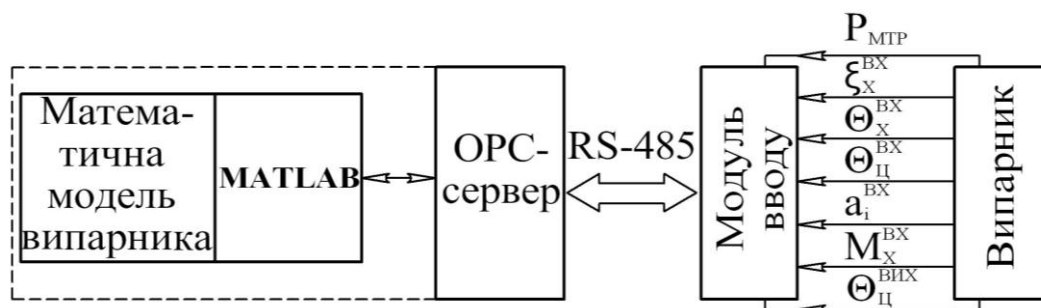


Рисунок 1 – Узагальнена структурна схема ідентифікатора:

$P_{\text{МТР}}$ – тиск кипіння аміаку; ξ_X^{BX} , M_X^{BX} , Θ_X^{BX} – відповідно концентрація, витрата і температура рідкого аміаку на вході; $\Theta_{\text{Ц}}^{\text{BX}}$, $\Theta_{\text{Ц}}^{\text{BIX}}$ – температура ЦГ відповідно на вході і виході випарника; a_i^{BX} – склад компонентів у ЦГ.

Список літератури

1. Babichenko A. System analysis of the secondary condensation unit in the context of improving energy efficiency of ammonia production / A. Babichenko, V. Velma, J. Babichenko, Y. Kravchenko, I. Krasnikov // Eastern–European Journal of Enterprise technologies. – 2017. – Vol. 2/6 (86). – P.18-26. doi 10.15187/1729-4061.2017.96464.

ПРИНЦИПИ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Бобух А. О.¹⁾, Переверзєва А. М.²⁾, Подустов М. О.³⁾, Дзевочко О. М.⁴⁾

НТУ «ХПІ», вул.Курникова, 2, м. Харків, Україна, 61002

¹⁾ ***aabobukh@ukr.net***

²⁾ ***pereverzieva_alya@ukr.net***

³⁾ ***podustov@kpi.kharkov.ua***

⁴⁾ ***sashadzevochko2@mail.ru***

На даний момент велика увага приділяється всесвітньому збереженню енергоресурсів. Шляхи рішення проблеми раціонального використання та економії енергетичних ресурсів різноманітні, але первинне значення належить розробці та впровадженню сучасних комп'ютерно-інтегрованих технологій енергопостачання та енергозбереження (КІТ ЕЕ). А тому питанню оптимізації КІТ ЕЕ промислових виробництв приділяють особливу увагу.

До останнього часу в області КІТ ЕЕ виробництв основна увага приділялася тільки питанням обліку та оперативного контролю споживання енергоресурсів. Це – перший етап у вирішенні завдань оптимізації КІТ ЕЕ. В умовах реально діючого виробництва часто виникають ситуації, які зводять до мінімуму всі зусилля оптимізації КІТ ЕЕ на інтуїтивному рівні. Наприклад, в разі аварійного розвантаження виробництва виникає питання, як використовувати вже вироблений, наприклад, пар. Тільки КІТ ЕЕ, за сукупністю певних ознак може прогнозувати зміни в енергопостачанні на деякий час вперед та можуть успішно вирішувати подібні питання.

Запропонований підхід до оптимізації КІТ ЕЕ передбачає вирішення завдань аналізу виробничих ситуацій і побудови на його основі якісних математичних моделей. Виходячи з отриманої інформації щодо основних елементів технології та споживанню енергоресурсів, робиться висновок про відповідність технології тієї або іншої моделі енергозбереження.

За допомогою розроблених алгоритмів вирішуються наступні задачі:

- оптимального енергопостачання під час пусків і зупинок технології, а також при роботі в невстановлених режимах;
- оптимальний перерозподіл енергоресурсів при умові обмеження їх значень (обмеження температури, тиску, потужності в години максимальних навантажень тощо);
- оптимізація планованих потужностей в години ранкових та вечірніх максимальних навантажень в енергопостачанні тощо.

КІТ ЕЕ може бути реалізована на базі мікропроцесорної техніки з високонадійним програмним забезпеченням (наприклад MES).

Розроблена структурна схема програмного забезпечення КІТ ЕЕ виробництва кальцинованої соди (рис.1) дозволяє реалізувати наступні функції:

- сигналізація про перевищення сумарної активної потужності встановленої межі в години ранкових і вечірніх максимальних навантажень;
- фіксація значення максимально досягнутої споживаної потужності та часу її досягнення;
- реєстрація величини напруги та часу його зміни;
- інтегрування потужності за кожним споживачем та сумарної потужності на головній понижуючій підстанції за годину, зміну, добу;
- постійне порівняння споживання електроенергії об'єктами основної технології з встановленими нормами і видачею інформації про відхилення;
- прогнозування споживання сумарної інтегрованої потужності на наступні 30 хвилин;
- видача рекомендацій для оптимального розподілу електроенергії при введенні обмежень на споживану потужність.

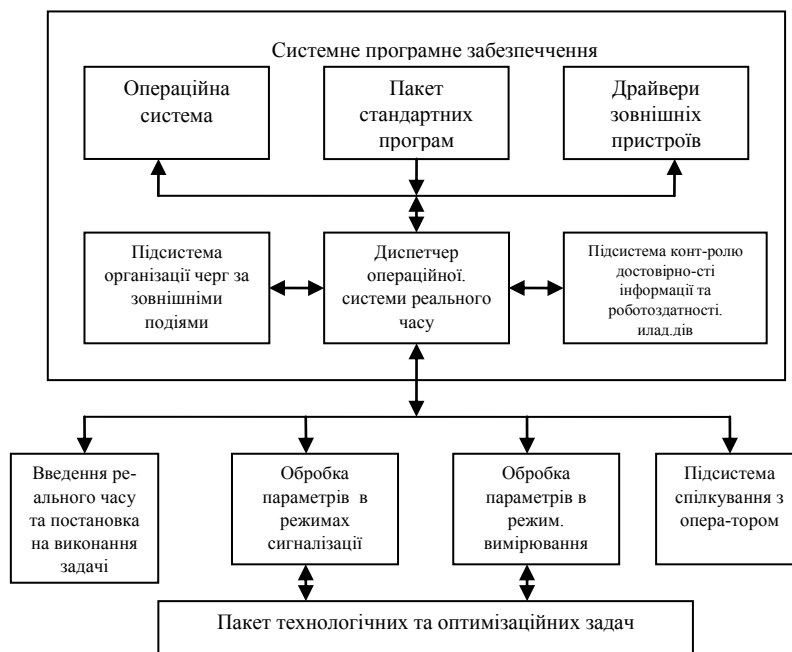


Рисунок 1 – Структурна схема програмного забезпечення КІТ ЕЕ

Підвищення якості оптимізації при впровадженні КІТ ЕЕ забезпечується завдяки системному підходу до вирішення вказаних задач, використання техніко-економічного критерію управління і прогнозування на основі якісних математичних моделей. Все це сприяє отриманню значного економічного ефекту, основні складові якого є наслідком збільшення ступеня централізації контролю, підвищення координуючої ролі оперативного персоналу та зміцнення технологічної дисципліни.

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ОПЕРАЦИИ НАХОЖДЕНИЯ МЕДИАНЫ НА ПРОЦЕССОРАХ С РАСШИРЕННЫМ НАБОРОМ КОМАНД SIMD

Васильченко О.Г., Сальников Д.В.

***НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002,
dmitrey.salnikov@gmail.com***

На текущий момент, ввиду своей эффективности, широкое распространение получили алгоритмы адаптивной цифровой фильтрации изображений на основе детекторов шума. Эту группу фильтров можно отнести к нелинейным фильтрам. Самым известным нелинейным цифровым фильтром является медианный фильтр. Он был предложен J.W.Tukey еще в 1974 году [1], но и до сих пор активно используется в цифровой обработке изображений как средство удаления импульсного шума и считается одним из самых результативных, хотя и используется на данный момент преимущественно как составная часть адаптивного фильтра, например ASWM [2].

Современные процессорные системы включают в себя специализированное ядро или сопроцессор для обработки аудио/видео потоков – набор векторных инструкций SIMD (англ. single instruction, multiple data – одиночный поток команд, множественный поток данных). Это комбинированный 64-ех и/или 128-ми битный набор команд NEON компании ARM или же SSE компании Intel.

Микропроцессоры ARM являются одними из самых популярных в области построения встраиваемых систем из-за своей компактности, дешевизны и не высокого энергопотребления. Сопроцессор обеспечивает качественную и быструю обработку данных. Поддерживается обработка до 16-ти 128-битных регистров или до 32-ух 64-битных за одну команду.

Задача оптимизации нахождения медианы на ПЛИС классически решается при помощи сортирующих сетей, что позволяет получить полностью конвейеризированный алгоритм с использованием 20-ти блоков сравнения-обмена [3] путем реализации сети изображенной на рисунке ниже.

Такая структура позволяет избежать чрезмерного количества ветвлений и вызова подпрограмм в случае реализации на процессорных архитектурах, но только при фиксированном количестве операций на пиксель в течение обработки всего изображения.

Используя архитектуру ARM NEON можно реализовать нахождение медианы для 16 окон за итерацию цикла, при разрядности данных - 8 бит. Для реализации элемента сравнения обмена необходимы операции копирования (команда `vmovq`), нахождения минимума вектора (`vminq_u8`) и нахождения максимума (`vmaxq_u8`).

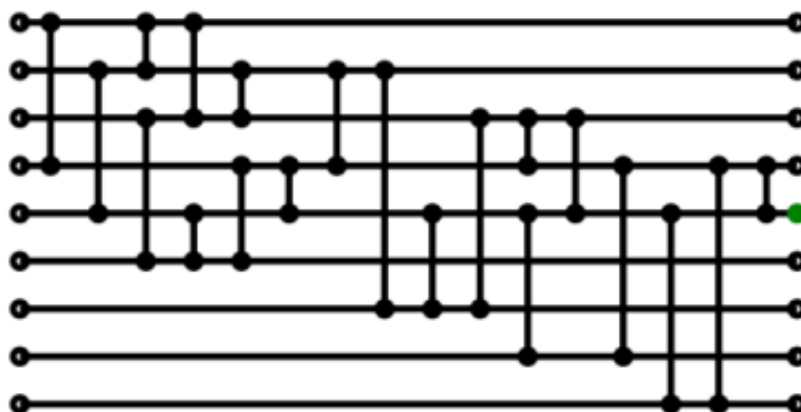


Рисунок 1 – Структура сортирующей сети

Таким образом, для реализации необходимо 9 команд загрузки данных, $20 \times 3 = 60$ команд для реализации сети и команда сохранения результата в память, т.е. 70 команд на 16 обрабатываемых пикселей. Реализация сортирующих сетей на процессорах с SIMD командами позволяет добиться существенного ускорения в сравнении с методами оптимизации процедур сортировки. Дальнейший интерес представляет исследование методов оптимизации алгоритмов с недетерминированным количеством операций на пиксель.

Список литературы

1. Tukey J. W. Nonlinear (nonsuperimposable) methods for smoothing data / J. W. Tukey. In Conf Rec., Eascon, 1974.
2. Kai-Kuang . Noise Adaptive Soft-Switching Median Filter / Kai-Kuang, How-Lung Eng // TRANS. ON IMAGE PROCESSING. – 2001. – VOL.10. – № 2. – P. 242–251.
3. Codish M. Twenty-five comparators is optimal when sorting nine inputs (and twenty-nine for ten) / M. Codish, Filipe L. Cruz-, M. Frank, P. Schneider-Kamp // ICTAI 2014, Computer Society. – 2014. – P. 186–193.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ АВІАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ

**Волков О.Є., Коршунов М.В., Комар М.М.,
Волошенюк Д.О., Боровик В.О.
Міжнародний науково-навчальний центр
інформаційних технологій та систем
НАН України та МОН України,
вул. Академіка Глушкова, 40, м. Київ, Україна, 03680,
alexvolk@ukr.net**

У наш час активного поширення набуло застосування дистанційно-керованих динамічних об'єктів, під якими розуміються безпілотні авіаційні системи, для виконання різноманітних практичних завдань. Це обумовлює необхідність збільшення показників ефективності виростання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) та проведення комплексу спеціальних заходів щодо організації управління ними. Створення нової інформаційної технології інтелектуального управління БпЛА буде мати позитивний вплив на розширення спектру їх застосування для виконання стратегічних, тактичних та оперативних завдань в різних галузях, що дозволить збільшити ефективність їх використання до 2,5 разів і буде мати високий економічний ефект.

Система автоматичного керування безпілотного літального апарату (автопілот) та інформаційні технології, що забезпечують його функціональність – це складний комплекс механізмів, зв'язаний з радіо-астронавігаційною апаратурою, гіроінерціальним орієнтатором та іншими аеронавігаційними приладами. На їх роботу може впливати вразливість до зовнішніх перешкод, відсутність системи попередження про зіткнення з літаками і зіткнення із землею, нестача польотних даних зовнішнього середовища, неякісна збірка автопілоту та підбір матеріалів для компонентів автопілоту, відсутність резервування в малих безпілотних літальних апаратах та людський фактор при створенні та оновленні програмного забезпечення БпЛА. Отже, постає актуальне питання модернізації та інтелектуалізації існуючих систем автоматичного керування БпЛА та розробка нових інформаційних технологій інтелектуального управління БпЛА, що допоможе в усуненні зазначених недоліків.

Ціль роботи полягає у проведенні досліджень для побудові нового перспективного способу керування БпЛА на основі визначення областей керованості, що дозволить істотно розширити перелік вирішуваних в реальному масштабі часу задач безпілотними авіаційними системами. Розробка заявленої технології відкриє нові можливості у модернізації існуючих та

створенні нових систем автоматичного керування динамічними повітряними об'єктами.

Дослідження будуть базуватись на теорії автоматичного управління, теорії нелінійної інваріантності, методах математичного аналізу, статистичному та імітаційному моделюванні, теорії навігації та динаміки польоту безпілотних літальних апаратів, експериментальних випробуваннях. В основі роботи знаходиться методика визначення динаміки польоту та траєкторій руху динамічного об'єкта, наприклад, БпЛА, що заснований на визначенні та урахуванні всіх функціональних та аеродинамічних характеристик динамічного об'єкта (визначення областей керованості) для забезпечення його виходу в цільові області виконання тактичних завдань.

В основу досліджень закладено ідею розробки інформаційної технології інтелектуального дистанційного управління БпЛА в умовах наявності тактичного завдання, що має забезпечити просторовий маневр з метою виходу в задану цільову область, а після виконання маневру - забезпечити необхідний алгоритм польоту для виконання поставленого завдання. При цьому в процесі синтезування рекомендацій по виконанню маневру мають враховуватися критерії оптимальності, а саме, час і довжина траєкторії виходу в цільову область.

Вихід в задану цільову область полягає у визначенні для БпЛА таких траєкторій, які забезпечать досягнення контрольного пункту маршруту в межах заданого обмеженого інтервалу часу. Розрахунок траєкторії польоту БпЛА відбувається на підставі визначення його областей керованості (урахування функціональних та аеродинамічних характеристик). Під областями керованості розуміється визначення залежностей певних керуючих характеристик БпЛА від інших його керуючих характеристик. Області керованості характеризують можливості БпЛА по зміні параметрів руху в масштабі реального часу. Для визначення областей керованості використовується математичний апарат кінематики та динаміки руху БпЛА.

Під забезпеченням необхідного алгоритму польоту для виконання поставленого завдання розуміються дії, спрямовані на точну витримку траєкторії польоту, яка дозволить забезпечити гарантований рівень виконання поставленого завдання.

В результаті виконання проекту заплановано отримання нової технології керування існуючими БпЛА та практичних рекомендацій її застосування. Розроблена технологія буде направлена на впровадження в сучасних автоматичних системах керування безпілотними літальними апаратами, що розширить спектр можливостей їх застосування. Крім того, використання сучасних БАС можливе для підвищення обороноздатності та безпеки держави шляхом їх застосування для боротьби та протидії ворожим БпЛА в умовах обмежених матеріально-технічних можливостей.

ИНТЕРВАЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ЛЯПУНОВА

Волянский Р.С., Волянская Н.В.

*Днепропетровский государственный технический университет,
ул. Днепропетровская, 2, Каменское, 2, Украина, 51918, voliansky@ua.fm*

Введение. Одним из эффективных методов анализа устойчивости движения обобщенных динамических систем является второй метод Ляпунова [1]. Этот метод позволяет на основании анализа полной производной функции Ляпунова судить об устойчивости движения исследуемой системы.

Известен ряд работ, посвященных определению функций Ляпунова и использованию их для анализа движения динамических систем [1,2]. Большинство этих работ предлагают искать функцию Ляпунова в классе квадратичных форм вида [1,2]

$$V = \sum_{i,j=1}^n V_{ij} \eta_i \eta_j, \quad V_{ij} = V_{ji}, \quad (1)$$

где η_i - координаты возмущенного движения динамической системы, V_{ij} - некоторые положительные коэффициенты.

Независимо от вида функции Ляпунова устойчивость движения динамической системы, заданной дифференциальными уравнениями вида

$$\dot{\eta}_k = f_k(\eta_i, U), \quad (2)$$

где U – управляющее воздействие, $f_k(\eta_i, U)$ – нелинейные функции, оценивается на основании полной производной функции Ляпунова, зависящей от координат возмущенного движения и параметров объекта [1].

Определение коэффициентов функции Ляпунова через параметры объекта (2) является строго обоснованным только для стационарных динамических объектов. Однако большинство технических объектов характеризуется изменением параметров в процессе функционирования. Очевидно, что такое изменение вызывает необходимость уточнения функции Ляпунова при каждом изменении параметров объекта. В случае, когда параметры объекта изменяются по неизвестным законам, задача исследования устойчивости движения динамического объекта должна решаться совместно с задачей идентификации его параметров.

Одним из путей упрощения исследования устойчивости при помощи функций Ляпунова для объекта с изменяющимися параметрами, является использование методов интервального анализа [3].

Постановка задач исследования. Целью настоящей работы является определение интервальной функции Ляпунова для объекта с изменяющимися параметрами.

Материалы исследования. Рассмотрим квадратичную функцию Ляпунова (1), определенную на траекториях возмущенного движения

$$\dot{\eta}_k = \eta_{k+1}; \quad \dot{\eta}_n = \sum_{i=1}^n b_{ki} \eta_i + m_n U. \quad (3)$$

В соответствии с [1] коэффициенты функции Ляпунова (1) являются коэффициентами характеристического полинома объекта (3)

$$D(\lambda) = \det(pE - B) = \sum_{i=0}^n V_{in} p^i, \quad (4)$$

где B – матрица коэффициентов объекта (3).

В случае изменяющихся параметров объекта, коэффициенты матрицы B могут быть заменены соответствующими интервалами

$$b_{ij} \rightarrow [b_{ij \min}, b_{ij \max}], \quad (5)$$

где $b_{ij \min}, b_{ij \max}$ – минимальное и максимальное значение коэффициентов.

Подстановка коэффициентов (5) в полином (4) позволяет определить интервалы возможных значений коэффициентов V_{in} .

$$V_{in} = [V_{in \min}, V_{in \max}]. \quad (6)$$

Остальные интервальные коэффициенты функции Ляпунова определяются соотношениями [1]

$$V_{ij} = V_{in} V_{jn}. \quad (7)$$

С учетом коэффициентов (7) функция Ляпунова (1) принимает вид

$$V = [V_{\min}, V_{\max}] = \sum_{i,j=1}^n V_{ij} \eta_i \eta_j, \quad V_{ij} = V_{ji}. \quad (8)$$

Тогда на границах интервалов оказываются справедливы выражения

$$V_{\min} = \sum_{i,j=1}^n V_{ij \min} \eta_i \eta_j, V_{ij \min} = V_{ji \min}; V_{\max} = \sum_{i,j=1}^n V_{ij \max} \eta_i \eta_j, V_{ij \max} = V_{ji \max}. \quad (9)$$

Выводы. Переход от точных значений параметров объекта к интервалам их возможных значений позволяет определить функцию Ляпунова на границах интервалов и оценивать устойчивость движения объекта по значениям функции Ляпунова, которые определены для граничных значений параметров объекта.

Список литературы

1. Садовой А. В. Системы оптимального управления прецизионными электроприводами / А. В. Садовой, Б. В. Сухинин, Ю. В. Сохина // К. : ИСИМО, 1998. – 298с.
2. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / Д. П. Ким // М. : Физматлит, 2004. – 464с.
3. Jaulin L. Applied interval analysis / Luc Jaulin, Michel Kieffer, Oliver Didrit, Eric Walter // London: Springer, 2001. – 379 p.

УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В ТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ SKY WAY

Воліков В.В.

*Північно-Східний Науковий Центр НАН і МОН України,
вул. Багалия, 8, м. Харків, Україна, 61002*

Сучасний рівень розвитку інформаційно-комунікаційних технологій надає можливість застосовувати складні інтелектуальні системи для управління технологічними процесами транспортних систем, зокрема з використанням методу імітаційного моделювання. Тому, актуальним стає вирішення завдань щодо проектування, розробці, впровадженні та експлуатації інтелектуальних систем для забезпечення високої якості послуг пасажирських та вантажних перевезень всіма видами транспорту.

Сьогодні більшість моделей управління транспортними системами мають структуру та деталізацію процесів орієнтованих на вирішення конкретних/обмежених завдань, що значною мірою звужує їх можливості.

Перспективним є створення та застосування складних багатофункціональних моделей інтелектуальних систем, що дозволить вирішувати різнобічні завдання та надасть можливість обирати потрібні ступеня деталізації при описі процесів, які протікають в моделі транспортної системи. На виході моделі отримуємо інтелектуальні алгоритми, які можуть бути без змін перенесені на реальний об'єкт управління – транспортну систему.

Отриману модель, на підставі даних щодо прогнозу, може бути застосоване для імітування поведінки системи та використане як основу для планування організації функціонування та розвитку транспортної системи використовуючи сучасні інноваційні технології. Застосування інтелектуального аналізу даних для обробки вхідної інформації та її подальша формалізація у вигляді структурованої бази даних про об'єкт дозволяє отримати універсальний інструмент управління.

Визначальним для інтелектуальних систем є точність прогнозування поведінки об'єкту управління, з урахуванням впливу факторів зовнішнього й внутрішнього середовища та безперебійне функціонування керованої системи, на основі застосування штучного інтелекту для аналізу бази знань та підготовки відповідних управлінських команд.

Для задоволення мінливого попиту на пасажирські та вантажні перевезення і забезпечення високої якості цих послуг необхідно розвивати принципово нові, сучасні високотехнологічні різновиди транспорту, які управляються із застосуванням складних багатофункціональних моделей інтелектуальних систем, наприклад, технологія Sky Way.

Струнний транспорт А. Юницького – це транспортно-інфраструктурний комплекс другого рівня, який складається із наступних основних елементів: 1) сама дорога (підвісні рейки натягнуті між опора-

ми); 2) рухомий склад (пасажирський – «юнібус», вантажний – «юнітрак», легкий з велоприводом – «юнібайк»); 3) інфраструктура (станції, вокзали, термінали, ремонтні майстерні, автоматизована система управління і безпеки, енергозабезпечення та зв'язку тощо)[1].

Транспортна технологія Sky Way передбачає будівництво однокільних та багатокільних трас з розміщенням на загальних та окремих опорах. Транспортний засіб може бути навісним (встановлений на рейках) або підвісним (підвішений на рейках) та поділяється на класи: надлегкий, легкий, середній, важкий і надважкий. За швидкісними режимами електромобілі поділяються на: низькошвидкісні до 100 км/год, швидкісні до 200 км/год, високошвидкісні до 300 км/год, надшвидкісні до 400 км/год та гіпершвидкісні до 500 км/год[1; 2].

Значною перевагою інноваційної транспортної системи Sky Way є застосування інтелектуальної системи управління, яка значно знижує вплив «людського фактору» – найбільш слабкої, вразливої й небезпечної ланки в управлінні транспортним потоком. Ця система управління може забезпечити високу якість і безпеку перевезень завдяки застосуванню розробленої автоматизованої системи управління технологічним процесом, що передбачає автоматизацію управління технологічним обладнанням транспортних засобів використовуючи технічні та програмні засоби.

Окремі системи автоматичного управління і автоматизовані пристрої, об'єднано у єдиний транспортно-інфраструктурний комплекс.

Система управління юнібусом використовує традиційні інформаційні та електронні технології (GPS, GPRS, WIFI та інш.) і складається з наступних систем: оптико-електронного й радіоелектронного огляду; забезпечення руху; енергозбереження; управління функціональним обладнанням; безпеки (руху, пожежної, охоронної); позиціонування; передачі даних; БІУС; інтерфейсу взаємодії з користувачем.

Отримані результати випробувань в ЕкоТехноПарку, який розташований у Білорусі (Мар'їна Гірка Мінської області), доводить, що запропонована інтелектуальна система управління на транспорті Sky Way на основі автоматизації основних операцій технологічного процесу дозволяє реалізувати цілісне рішення для всього транспортно-інфраструктурного комплексу хоча й залишається необхідність участі людини в окремих операціях, у зв'язку з їх складністю або недоцільністю автоматизації.

Список літератури

1. Юницкий А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в космосе / А.Э. Юницкий. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 379 с.
2. Технологія [Електронний ресурс] // Сайт Компанії SkyWayTransportUkraine. – SkyWayTransportUkraine, [2017]. – Режим доступу : <https://skywaytransport.com.ua>.

СИСТЕМА АНАЛИЗА СЕГМЕНТА ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Дудник А.В., Артюхов Н.О., Багнюк В.С., Микитюк Д.А., Обухова Т.А.
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002

В современном мире человек сталкивается с большими объёмами часто противоречащей информации. Нередко СМИ, в том числе и авторитетные, публикуют непроверенную или сознательно искажённую информацию, усиливающую неопределённость. Анализ информационного пространства в условиях профицита информации является весьма сложной задачей. Для выявления реальных тенденций и отбрасывания «информационного шума» применяется технология Data Mining. В данной работе рассмотрены средства анализа сегмента информационного пространства с помощью данной технологии.

На сегодняшний день рядом крупных производителей выпускаются программные средства, реализующие технологию Data Mining (DM) в системах поддержки принятия решений, что отображает общемировой интерес к этой теме. Так, в числе программных средств можно отметить PolyAnalyst (фирма Megaputer, Россия), Oracle Data Mining (фирма Oracle, США), Intelligent Miner (фирма IBM, США), Clementine (фирма SPSS Inc., изначально Великобритания), KnowledgeSTUDIO (фирма ANGOSS Software Corporation, Канада). Среди функций, выполняемых этими программными средствами, подготовка данных, классификация и кластеризация данных, построение моделей для прогнозирования, поиск ассоциаций и др. При этом широко используются методы деревьев решений, искусственных нейронных сетей, эволюционного программирования, статистического анализа, рассуждения на основе аналогичных случаев.

Основным элементом системы является база данных (БД). При сохранении данных в БД они структурируются с соблюдением требований целостности, непротиворечивости и минимальной избыточности. В рассматриваемой системе используется реляционная БД ввиду её простоты и универсальности. Нередко алгоритмы DM применяются для больших БД с миллионами записей, в том числе для хранилищ данных, накопление информации в которых осуществляется в течение десятилетий. В рассматриваемой системе для выполнения анализа достаточно сотен записей.

После составления БД необходимо провести анализ информации, с целью выявления неочевидных знаний, заключающихся в различного рода корреляциях между текстами. Из выявленных таким образом знаний далее будет сформирована база знаний (БЗ) и построена прогнозирующая модель. Для этих целей широко используются алгоритмы поиска дерева решений. В рассматриваемой системе применён модифицированный алгоритм C4.5, в котором предусмотрена защита от переобучения. С помощью

данного алгоритма решается задача кластерного анализа, которые сводится к отбору выборки объектов для кластеризации, определению множества переменных, по которым оцениваются объекты в выборке и вычислению значений меры сходства между объектами.

Наиболее популярными программными средствами в этой области являются продукты таких компаний, как: Microsoft, Oracle, IBM и др. В данной работе были применены продукты Microsoft, в частности MS SQL и служба Analysis Services, позволяющей реализовать технологию DM.

Функционирование системы осуществляется следующим образом (рис. 1). На I этапе в бесструктурном множестве текстов осуществляется поиск тех из них, которые соответствуют предварительному критерию. На этом этапе применяются методы технологии Text Mining. Отобранные тек-

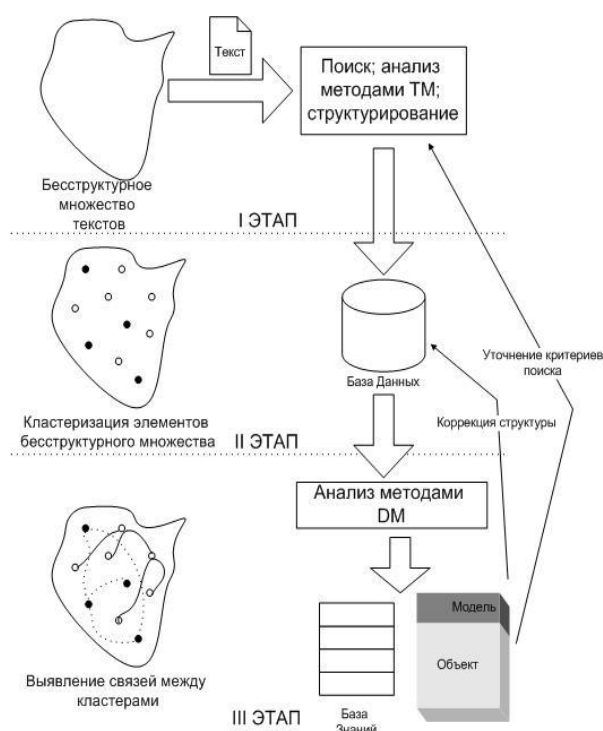


Рисунок 1 – Схема функционирования системы

сты анализируются, структурируются и помещаются в БД. Параллельно осуществляется уточнение предварительного критерия поиска. На II этапе уже существует БД, которая продолжает пополняться. Изменяется представление о бесструктурном множестве текстов. Теперь в нём выделяются отдельные кластеры, которые характеризуются степенью достоверности и т.д. Уточняются алгоритмы, применяемые на I этапе. На III этапе применяются методы DM, которые позволяют выявить характер связей как между отдельными кластерами, так и между текстами в кластере. Здесь также формируется БЗ и строится модель, позволяющая прогнозировать поведение определённых на предыдущих этапах объектов.

Список литературы

1. Data Mining. Теория и практика / Под ред. И.Н. Брянцева. – М.: Издательская группа «БДЦ-пресс», 2006. – 208 с.
2. Барсегян А.А. Анализ данных и процессов: учебное пособие / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, И.И. Холод, М.Д. Тесс, С.И. Елизаров – СПб. : БХВ-Петербург, 2009. – 512 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СУТОЧНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОМЕЩЕНИЯ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ С ЗАДАНЫМ ГРАФИКОМ РАБОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГУЛЯТОРА С ПРЕДСКАЗАНИЕМ

Евсеенко О. Н.

*НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002,
sendenmeyouremail@gmail.com*

Истощение природных энергетических ресурсов и увеличение затрат на их добычу и обработку вынуждает большинство стран мира искать технологии, направленные на повышение эффективности использования энергии, а не только на увеличение объемов ее производства.

В странах Европейского Союза в течение 25 лет разрабатываются подходы по снижению потребления электроэнергии и экономии тепла. В течение последних 15 лет спрос на тепловую энергию уменьшился вследствие принятых национальных законов, правил и административных положений, разработанных государственными органами [1].

В проекте «Энергетической стратегии Украины на период до 2035 года» говорится о низком уровне энергоэффективности и преобладании в её структуре энергоемких производств [2]. Критическое положение сложилось в жилищно-коммунальном хозяйстве Украины. Общие потери тепла в системе теплоснабжения из-за неудовлетворительного физического состояния тепловых сетей достигают 30–40 %. Фонд зданий и сооружений находится в неудовлетворительном состоянии. Низкая теплоизолирующая способность зданий приводит к значительным потерям тепла со стороны потребителей (в большинстве домов потери тепловой энергии достигают 30 %) [2].

Таким образом, проблема экономии энергии не может быть решена без разработки методов по энергоэффективной эксплуатации зданий.

Целью исследований является моделирование суточного состояния помещения офисного здания с применением метода ШИМ-регулирования с предсказанием [3] для управления температурой в помещении. Выбран следующий суточный температурный режим в помещении: с 00:00 до 08:00 +10 °С, с 09:00 до 17:00 +18 °С, с 18:00 до 00:00 +15 °С;

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- разработана компьютерная модель помещения для исследования тепловых процессов;
- получены исходные данные для построения регулятора с предсказанием;
- проведен эксперимент по управлению температурным полем помещения;
- проведено сравнение полученных результатов с известными методами регулирования.

Результаты моделирования приведены на рис. 1.

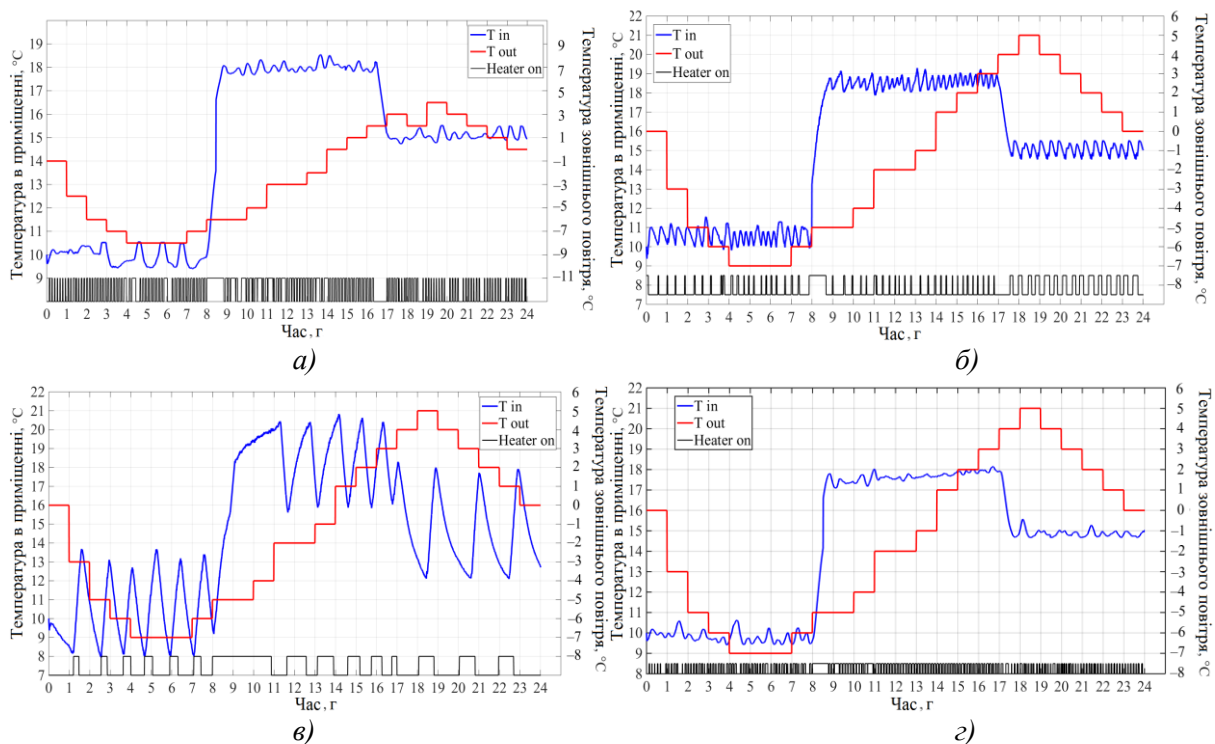


Рисунок 1 – Результаты моделирования с применением методов:
а – ШИМ-регулирования с предсказанием, *б* – двухпозиционное регулирование без гистерезиса, *в* – двухпозиционное регулирование с гистерезисом, равным 2 °С, *з* – ПИД-регулирование, где T_{in} – температура внутри помещения, Heater On – время работы нагревателя, T_{out} – температура наружного воздуха

Проведено сравнение разработанного метода ШИМ-регулирования с предсказанием с непрерывным управлением, двухпозиционным и ПИД-регулированием. Отказ от непрерывного управления и переход к регулятору с предсказанием продемонстрировали снижение времени работы отопительного оборудования в 2.3 раза с 24-х до 10,5 часов. Метод двухпозиционного регулирования с гистерезисом, равным 2 °С, является худшим из рассмотренных регуляторов для поддержания заданной температуры с максимальной абсолютной погрешностью результата 1.2 °С.

Список литературы

1. Сеппанен, О. Повышение энергоэффективности. Законодательство ЕС [Электронный ресурс] / О. Сеппанен // Здания высоких технологий. – 2013. – Режим доступа: http://zvt.abok.ru/articles/80/Povishenie_energoeffektivnosti_Zakonodatelstvo_ES.
2. Енергетична стратегія України на період до 2035 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=244979237>.
3. Kachanov P. A. Modeling of daily temperature mode in premises using a predictive controller / P. A. Kachanov, O. N. Yevseienko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 4, Is. 2. – P. 33–41.

К ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Ивашко А.В., Лунин Д.А.

НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002,

ivashkoauts@gmail.com, lunindenis77@gmail.com

Дискретный спектральный и корреляционный анализ находит широкое применение при решении задач технической и медицинской диагностики, связи, радиолокации и многих других [1].

Существует ряд методов нахождения спектральной плотности мощности сигнала: периодограммный, коррелограммный и т.д. Однако наибольшее распространение получили алгоритмы спектрального анализа, основанные на представлении сигнала как результат прохождения белого шума через цифровой фильтр. При этом коэффициенты фильтра и, как следствие, оценки спектральной плотности мощности связаны через систему уравнений Юла-Уолкера со значениями отсчетов автокорреляционной функции (АКФ) анализируемого сигнала.

Наиболее трудоемкой частью вычисления спектра обычно оказывается процедура вычисления АКФ.

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

Вычисление отсчетов АКФ по формуле (1) требует порядка N^2 отсчетов, где N – объем выборки. Поскольку часто приходится обрабатывать фрагменты сигнала длиной в несколько тысяч отсчетов, эта задача становится весьма сложной, особенно при аппаратной реализации.

Поэтому был предложен метод вычисления АКФ на основе быстрого преобразования Фурье [2], требующий порядка $6N \cdot \log_2 N$ операций умножения, что позволяет значительно уменьшить объем вычислений при больших N . Неудобство этого метода состоит в том, что при расчете ДПФ необходимо проведение операций с комплексными иррациональными числами, что приводит к значительным вычислительным проблемам. Кроме того, в ходе вычислений неизбежно накапливается ошибка при округлении и переполнении разрядной сетки.

Поэтому были разработаны так называемые теоретико-числовые преобразования (ТЧП) [2]. Основным отличием ТЧП является то, что при их вычислении все расчеты производятся над конечным полем $GF(p)$, то есть по модулю простого числа p .

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

$$X_k = \sum_{i=0}^{N-1} x_i \cdot g^{ik} \pmod{p}, \quad (2)$$

где g выбирается так, чтобы выполнялось условие:

$$g^N = 1(\text{mod } p), \quad (3)$$

Если все значения отсчетов АКФ будут меньше модуля p , то результат будет верным, несмотря на промежуточные переполнения. В случае же, когда результат превышает значение модуля p , восстановить значение АКФ можно по так называемой китайской теореме об остатках.

С вычислительной точки зрения желательно, чтобы длина последовательности N была степенью двойки или раскладывалась на ряд сомножителей. Если число N составное, для вычисления прямого и обратного преобразований можно использовать алгоритм, аналогичный БПФ. 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 модулей p , обеспечивающих удобство операций сложения и умножения по модулю в (2).

Так, в [3] был проведен поиск модулей вида $p = p_1 \cdot p_2 + 1 = (2^a - 1) \cdot 2^b + 1$, обеспечивающих вычисление ТЧП размерности 2^n . Такие параметры ТЧП с одной стороны позволяют применять эффективные алгоритмы быстрых преобразований, с другой – упрощают вычисление арифметических операций по модулю. Помимо размерностей 2^n представляют интерес также ТЧП размерностей $3 \cdot 2^n$, быстрые алгоритмы, вычисления которых лишь незначительно сложнее. В табл.1 приведены некоторые простые модули вида $p = (2^a - 1) \cdot 3 \cdot 2^n + 1$, позволяющие вычислять ТЧП длины $N = 3 \cdot 2^n$.

Таблица 1 – Простые модули для ТЧП длины $N = 3 \cdot 2^n$

N	a	b	p_1	p_2	p	g
$49152 = 3 \cdot 2^{14}$	2	14	3	49152	147457	5
$49152 = 3 \cdot 2^{14}$	4	14	15	49152	737281	61
$12288 = 3 \cdot 2^{12}$	1	12	1	12288	12289	11
$12288 = 3 \cdot 2^{12}$	3	12	7	12288	86017	40
$6144 = 3 \cdot 2^{11}$	2	11	3	6144	18433	13
$3072 = 3 \cdot 2^{10}$	5	10	31	3072	95233	39
$1536 = 3 \cdot 2^9$	3	9	7	1536	10753	26

Список литературы

1. Марпл.-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С.Л. Марпл.-мл. – М. : – Мир, 1990. – 584 с.
2. Рабинер Л. Теория и применение цифровой обработки сигналов / Л. Рабинер, Б. Гоулд – М.: – Мир, 1990. – 850 с.
3. Ивашко А.В. Оценивание автокорреляционных функций с использованием теоретико-числовых преобразований / А.В. Ивашко, Д.А. Лунин // Вестник НТУ «ХПИ». – 2005. – № 38. – С. 50–54.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СЧЕТЧИКОВ ДЛЯ СИСТЕМ ЗАЩИЩЕННОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ

Караман Д.Г., Азаренко И.А.

НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002,

Современные системы управления очень часто имеют сложную организацию и распределенный характер. Устройство, вырабатывающее управляющие воздействия на основе собранных об управляемом объекте сведений, и сам управляемый объект могут находиться на расстоянии десятков, сотен и даже тысяч километров друг от друга. Объект управления может быть представлен распределенной сетью исполнительных устройств, а средства получения информации об объекте могут формировать сложную иерархическую структуру с мультиранговыми ветвями.

Во многих случаях информационный обмен в таких системах управления организуется с помощью различных каналов и протоколов связи, включая беспроводные и общедоступные (Интернет). Если объект управления является критически важным с точки зрения общественной и техногенной безопасности, то информационный обмен должен быть защищенным как на канальном, так и на информационном уровне.

На уровне протоколов информационного канала обеспечивается только верификация длины сообщений и контроль их целостности с помощью кодов аутентификации сообщений (MAC) и расчета контрольных сумм.

На информационном уровне уже могут быть использованы криптографические методы преобразования информации, алгоритмы формирования цифровых подписей и дайджестов. Однако реализация механизмов криптографического сопровождения информационного обмена приводит к высоким ресурсным и временным затратам. Кроме того, криптограммы очень уязвимы к ошибкам в каналах связи: даже ошибка в одном бите зашифрованного текста может привести к его полной нечитаемости. Поэтому шифрограмма должна обязательно сопровождаться помехоустойчивым кодированием, что, в свою очередь, дополнительно увеличивает затраты.

Очень часто при обмене между системой управления и объектом управления возникает необходимость обмениваться большим количеством коротких порций данных, не превышающих 1-2 байта: откорректировать числовые значения уставок определенных контроллеров или считать показания с датчиков на объекте управления. Надежные блочные криптографические алгоритмы рассчитаны на обмен порциями, размеры которых должны быть не менее 128 бит. Таким образом, применение криптографических методов защиты информации приведет к неприемлемой избыточности, перерасходу ресурсов и снижению производительности системы управления.

В докладе предложено использование в качестве альтернативы затратным методам криптографического шифрования использование механизма криптографически безопасных счетчиков.

Криптографическим счетчиком называют числовую величину в зашифрованном виде, запись которого может быть в свободном доступе, но истинное значение скрыто от всех пользователей, за исключением доверенных лиц, имеющих секретный ключ. Только доверенное лицо может расшифровывать и тем самым определять значение счетчика, тогда другие участники системы имеют возможность только увеличивать или уменьшать значение. Информация об обновлениях (например, увеличивается значение счетчика или уменьшается) скрывается от всех других участников, кроме пользователя с секретным ключом.

Существуют также ограниченные криптографические счетчики, для которых количество и характер операций, выполняемых над значением счетчика, строго определено.

В качестве примера рассмотрен криптографический счетчик, основанный на любой схеме шифрования, гомоморфной над аддитивной группой Z_2 , который был ранее использован для построения эффективной схемы голосования.

Предыдущие эффективные реализации таких счетчиков опирались на полностью гомоморфные алгоритмы шифрования. Это относительно строгое требование, которому удовлетворяют не все алгоритмы шифрования.

Рассмотрена возможность применения криптографических счетчиков для организации информационного обмена между удаленной системой управления и объектом управления, для защиты информационного обмена при передаче управляющих команд на исполнительные устройства и считывания данных с датчиков.

Разработан протокол взаимодействия между объектом и системой управления, основанный на использовании криптографических счетчиков.

Выработаны предложения по интеграции протокола в коммуникационные системы промышленного назначения.

Список литературы

1. Wei Z. Authenticated CAN Communications Using Standardized Cryptographic Techniques / Z. Wei, Y. Yang, T. Li // International Conference on Information Security Practice and Experience. – Springer International Publishing, 2016. – P. 330–343.

2. Durham D. M., Chhabra S. Bidirectional cryptographic IO for data streams : заяв. пат. 14/968,447 США. – 2015.

3. Katz J. Cryptographic counters and applications to electronic voting / J. Katz, S. Myers, R. Ostrovsky // Advances in Cryptology – Eurocrypt 2001. – 2001. – P. 78–92.

ПРО ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГАРАНТОЗДАТНОСТІ INTERNET OF THINGS

Колісник М.О.¹⁾, Піскачова І.В.²⁾

¹⁾ *НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002,*

kolisnyk.maryna.al@gmail.com

²⁾ *УкрДУЗТ, м. Фейєрбаха, 8, м. Харків, Україна, 61001*

Парадигма Internet of things (IoT) передбачає, що будь-який електронний пристрій може стати частиною обладнання Internet. IoT є складною системою і до неї висуваються специфічні вимоги гарантоздатності, що залежить від таких основних властивостей: надійність; безпека; конфіденційність і приватність; працездатність та інші і потребує розробки методології та математичного апарата її формування й оцінки.

Гарантоздатність включає: безвідмовність (reliability); готовність (availability); обслуговуваність (maintainability); живучість (survivability); функціональну безпеку (safety); цілісність (integrity); конфіденційність (confidentiality); вірогідність (high confidence, trustworthiness).

IoT складається з великої кількості гетерогенних пристроїв, підключених до мережевих пристроїв і мереж, побудованих на основі різних технологій та стикається із множиною погроз і атак, які негативно впливають на його правильне функціонування. Тому, захист безпеки компонентів IoT та забезпечення їх високої надійності є дуже важливою задачею.

Зараз існують методи захисту від кібератак, які можна застосовувати також для захисту від DDoS-атак на компоненти IoT: Hybrid DDoS Protection; Behavioral-Based Detection (Виявлення на основі поведінки); Real-Time Signature Creation (Створення підпису в режимі реального часу); Cyber-Security Emergency Response Plan (План реагування на надзвичайні ситуації у сфері кібербезпеки).

Для оцінки безпеки і надійності IoT в процесі функціонування в умовах впливу різного роду DDoS-атак можуть використовуватись різні методи та математичні моделі надійності і безпеки. Проведений аналіз показав, що для оцінки гарантоздатності IoT доцільно використовувати математичний апарат Марківських ланцюгів, напівмарківських ланцюгів з урахуванням готовності апаратних засобів і програмного забезпечення, та DDoS-атак, схованих Марківських моделей, нейронних мереж, мереж Петрі, моделей негомогенного пуасонівського процесу, тестування та верифікації програмного забезпечення та інші.

Для своєчасного виявлення, усунення та запобігання виникнення впливу атак на компоненти IoT необхідно використовувати спеціальні методи захисту від атак. Проведений аналіз показав, що гарантоздатність IoT може бути забезпечена при використанні методів: криптографічної стабільності та довговічності; забезпечення цілісності даних та автентичності; у

разі відмови здійснення видалення та виведення з експлуатації компонентів IoT; контролю функціональних можливостей; довготривалого архівування даних; інтегрованої звітності до: кінцевого обладнання, шлюзу, мережі, Clouds і DataCenter; регламенту конфіденційності та особистих даних; анонімності; від'єднання; забезпечення надійності та доступності; самовідновлення та самоорганізації; дистанційної діагностики та управління; контролю споживання ресурсів та енергоменеджменту; взаємозамінності компонентів; ідентифікації та контролю доступу; багатоетапна автентифікації та криптографії в IoT; автентифікації та авторизації групи; автономії (самоконфігурації, інтелекту для контролю); забезпечення вимог до авторизації, автентифікації та облікових даних; контролю доступу, заснованому на ролі користувача в домені, на основі атрибутів; контролю операційного стану програми IoT; розпізнавання місця; конвергенції мереж; підтримки віртуалізації мереж та програм; контролю кінцевої точки; шлюз-контролю; загального контролю систем; на компонентах IoT необхідно встановлювати спеціальні програми із захисту від шпигунських програм та хибних антивірусних програм, брандмауери, перевіряти програмне забезпечення, що встановлюється на сервері і компонентах IoT.

Проведений аналіз методів забезпечення гарантоздатності IoT дозволить запропонувати методологію, основні принципи інформаційної технології створення IoT надійних індустріальних систем.

Список літератури

1. 1905.1a-2014 –IEEE Standard for a convergent digital home network for heterogeneous technologies amendment 1: Support of new MAC/PHYs and enhancements. <https://standards.ieee.org/findstds/standard/1905.1a-2014.html>.
2. J. Hong, D. Kim. HARMs: Hierarchical Attack Representation Models for Network Security Analysis, in: Proceedings of the 10th Australian Information Security Management Conference (AISM '12), 2012.
3. Ala Al-Fuqaha, Mohsen Guizani, Mehdi Mohammadi, Mohammed Aledhari, Moussa Ayyash. The IoT protocol stack from sensors to business value. <https://entrepreneurshiptalk.wordpress.com/2014/01/29/the-internet-of-thing-protocol-stack-from-sensors-to-business-value>.
4. Software Reliability Models and Assessment Techniques Review: Classification Issues. Dmitry Maevsky, Vyacheslav Kharchenko, Maryna Kolisnyk, Elena Maevskaya (IDAACS 2017 Proceeding, Romania, Buharest).

КОМПЬЮТЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РЕЛЕЙНЫХ ЗАЩИТ

Новаш И. В., Романюк Ф. А., Румянцев В. Ю.

*Белорусский национальный технический университет,
пр. Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь, 220013,
novash@bntu.by*

На кафедре «Электрические станции» БНТУ накоплен большой опыт по математическому моделированию электроэнергетических объектов и разработке компьютерных программ для исследования поведения устройств релейных защит и их моделей методом вычислительного эксперимента [1].

Так для проведения испытаний цифровых устройств релейной защиты с помощью испытательного комплекса СМС 356 компании OMICRON разработаны компьютерные программные комплексы (КПК), позволяющие получать методом вычислительного эксперимента входные информационные сигналы релейных защит линий электропередачи и силовых трансформаторов (рис. 1).

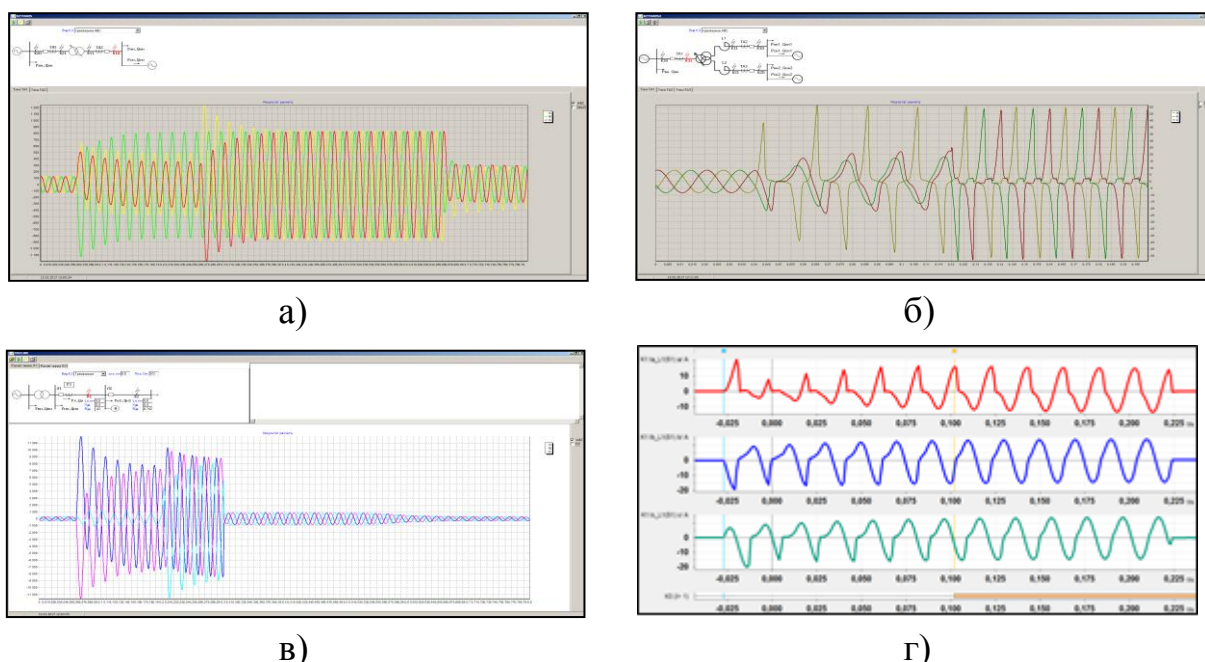


Рисунок 1 – Компьютерные программные комплексы
и результаты расчетов:

- а) КПК для силового трехфазного двухобмоточного трансформатора;
- б) КПК для силового трехфазного трехобмоточного трансформатора;
- в) КПК для линии электропередачи;
- г) запись аварийного регистратора испытуемой защиты;

Основным достоинством разработанных 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 программных комплексов сохраняются в формате COMTRADE, и могут быть использованы в качестве исходных данных испытательных комплексов (рис. 1, г).

Применение системы динамического моделирования Matlab-Simulink позволяет создавать компьютерные испытательные комплексы (КИК), совместно моделирующие защищаемый объект и исследуемую защиту (рис. 2) [2]. Основным достоинством таких КИК является то, что они могут быть реализованы только с использованием ПК и позволяют проводить испытания модели защиты на стадии проектирования и отработки ее функциональных возможностей методом вычислительного эксперимента.

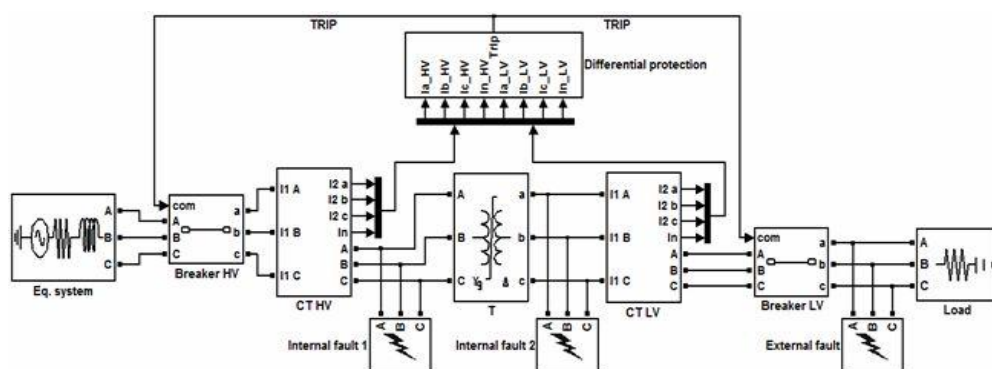


Рисунок 2 – Компьютерный испытательный комплекс дифференциальной защиты силового трехфазного трансформатора

Накопленный опыт в моделировании энергосистем и испытании устройств релейной защиты позволяет рекомендовать на начальной стадии разработки новых устройств отказаться от использования дорогих аппаратно-программных испытательных комплексов, а использовать более дешевые и безопасные компьютерные испытательные комплексы.

Список литературы

1. Новаш И. В. Математическое моделирование коммутационных режимов в электроустановках с трансформаторами / И. В. Новаш, Ф. А. Романюк. – Минск : БНТУ, 2013. – 226 с. – ISBN 978-985-550-236-5.
2. 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.

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОРОГОВЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ СПЕКТРАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ошаровская Е.В., Патлаенко Н.А.

*Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова,
ул. Кузнечная 1-3, г. Одесса, Украина, 65029
osharovskaya@gmail.com, nick_msa@ukr.net*

Цифровые изображения представляются матрицами больших размеров, каждый элемент которых задает в целых числах одну из цветовых составляющих. Одной из целей применения спектральных преобразований над изображениями является возможность применения быстрых алгоритмов для обработки изображений и извлечения тех или иных признаков. Среди множества спектральных преобразований в настоящее время нашли применения быстрое преобразование Фурье и дискретное Wavelet-преобразование.

Приведем пример применения иерархического Wavelet-преобразования для изображения трейлера. Такое преобразование можно трактовать как декомпозицию исходного изображения на кластеры пространственных частот по горизонтали и вертикали. На рис.1 приведено исходное изображение и извлеченные его высокочастотные составляющие.



Рисунок 1 – Изображение и его высокочастотные составляющие.

В матричном представлении можно записать, что исходное изображение по одной из трех компонент B_{nm} методом свертки с импульсными характеристиками четырех соответствующих фильтров и последующей децимацией с шагом 2 как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях, представляется четырьмя новыми матрицами, размерность которых вдвое меньшая исходной. Для двумерного изображения после первого уровня декомпозиции получается четыре уменьшенные «копии» исходного изображения, содержащие: LL– низкие

частоты по горизонтали и низкие частоты по вертикали; LH– низкие частоты по вертикали высокие по горизонтали; HL –низкие частоты по горизонтали и высокие по вертикали; HH – высокие частоты по горизонтали, высокие частоты по вертикали.(1)

$$B_{m,n} = \begin{bmatrix} LL_{m/2, n/2} & LH_{m/2, n/2} \\ HL_{m/2, n/2} & HH_{m/2, n/2} \end{bmatrix} \quad (1)$$

На втором уровне декомпозиции только матрица LL_1 подвергается последующей децимации[1]. Полученные «уменьшенные копии» высокочастотных кластеров восстанавливаются до размеров первого уровня путем интерполяции и сравниваются с исходно полученными путем нахождения коэффициентов корреляции. Если коэффициент корреляции больше 0,7, то можно будет восстанавливать большую матрицу на приемной стороне, а передавать только меньшую матрицу, обеспечивая сжатие изображения.

Для примера адаптационного подхода к выбору количества уровней декомпозиции градиентным методом были выделены контура на разных уровнях декомпозиции и определены отношения сигнал/шум на границах. На рис. 2 показано высокочастотное изображение и выделенные из него контура на третьем уровне декомпозиции при размере кластеров 128×128 .

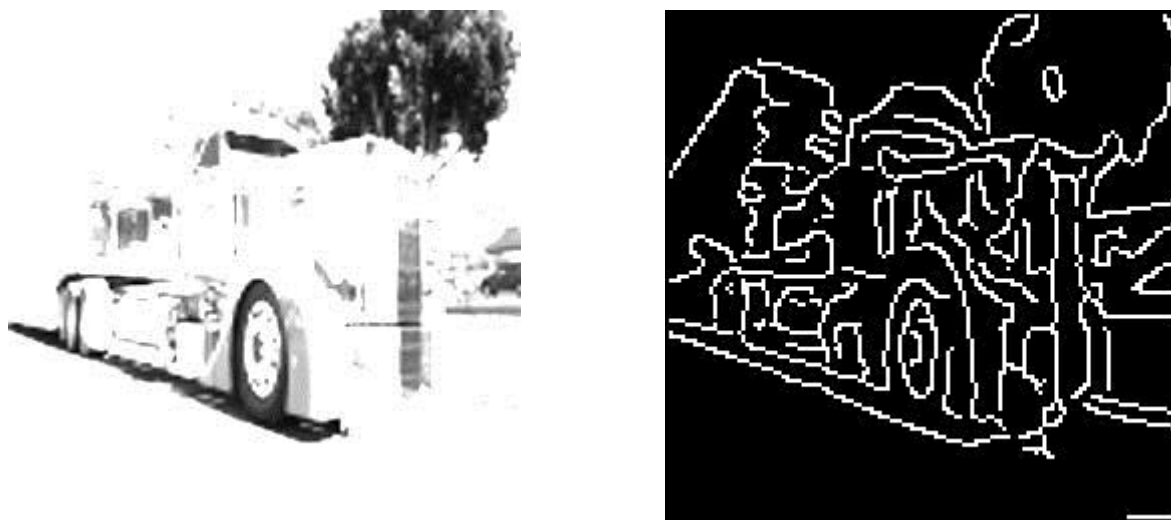


Рисунок 2 – HH_3 изображение и выделенные контура.

Список литературы

1. Ошаровская Е.В. Фурье-анализ Wavelet преобразований // Е.В. Ошаровская, Н.А. Патлаенко / Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. Науковий збірник. – м. Одеса – 2017. – № 1 – С. 132-137.

МОДЕЛЮВАННЯ ПОЦЕСУ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ У ТЕХНОЛОГІЇ VISIBLE LIGHT COMMUNICATION

Полікаровських О.І., Вінічук В.Ю.

*Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11,
м. Хмельницький, Україна, 29016, e-mail: Vadyaka3333@gmail.com*

Зв'язок у видимому спектрі (VLC – Visible Light Communication) - нова технологія бездротового зв'язку [1], яка використовує видиме світло не тільки для освітлення або сигналізації, а також як носій для цифрової передачі інформації. Основною перевагою VLC є використання існуючих світлодіодних систем освітлення, розповсюджених в усьому світі, що значно зменшує вартість впровадження техніки VLC [2]. Крім того, радіочастотні комунікації починають демонструвати свої обмеження за доступним частотним діапазоном. Обмеженість доступності спектру та збільшення кількості вузлів впливають на продуктивність і надійність передачі даних. Окрім можливого широкого розповсюдження, VLC пропонує велику смугу пропускання, доступну без ліцензування, що забезпечує високу швидкість передачі даних.

Необхідно запропонувати і протестувати конфігурацію самоналагоджуваного приймача VLC; визначити, чи запропонована архітектура приймача добре підходить для VLC; визначити вплив шуму на показники коефіцієнта бітових помилок VLC, визначити вплив швидкості передачі даних на показники коефіцієнта бітових помилок VLC, визначити вплив довжини повідомлення на показники коефіцієнта бітових помилок VLC; отримати загальний огляд меж задовільного зв'язку в різних умовах; впровадити та випробувати адаптивний цифровий фільтр, який буде потрібно для багатокористувацької системи зв'язку. роботі представлено оцінку ефективності моделі коефіцієнта бітових помилок для VLC. Приймач цифрової обробки сигналу було промодельовано на чотирьох частотах модуляції, відповідних швидкостей передачі даних, згаданих стандартом IEEE 802.15.7 [3], при наявності різних рівнів відношення сигнал/шум.

Результати показують, яким чином співвідношення сигнал/шум впливає на показники коефіцієнта бітових помилок. Можна помітити, що при низьких частотах збільшення коефіцієнта бітових помилок обмежене, див. рис. 1 - 4. Результати моделювання чітко показують, що більш високі частоти чутливі до завад. Однією з основних причин цього є недостатня фільтрація, що ускладнює процес відновлення сигналу. Результати також показують, як довжина повідомлення впливає на показники коефіцієнта бітових помилок. Можна помітити, що цей фактор суттєво не впливає на комунікаційні характеристики. Отже, для звичайних повідомлень із пріоритетом може використовуватися будь-яка довжина від 120 до 1024 біт. В залежно-

сті від умов задаються різні довжини повідомлення, а використання попередньо визначених довжин не ефективно.

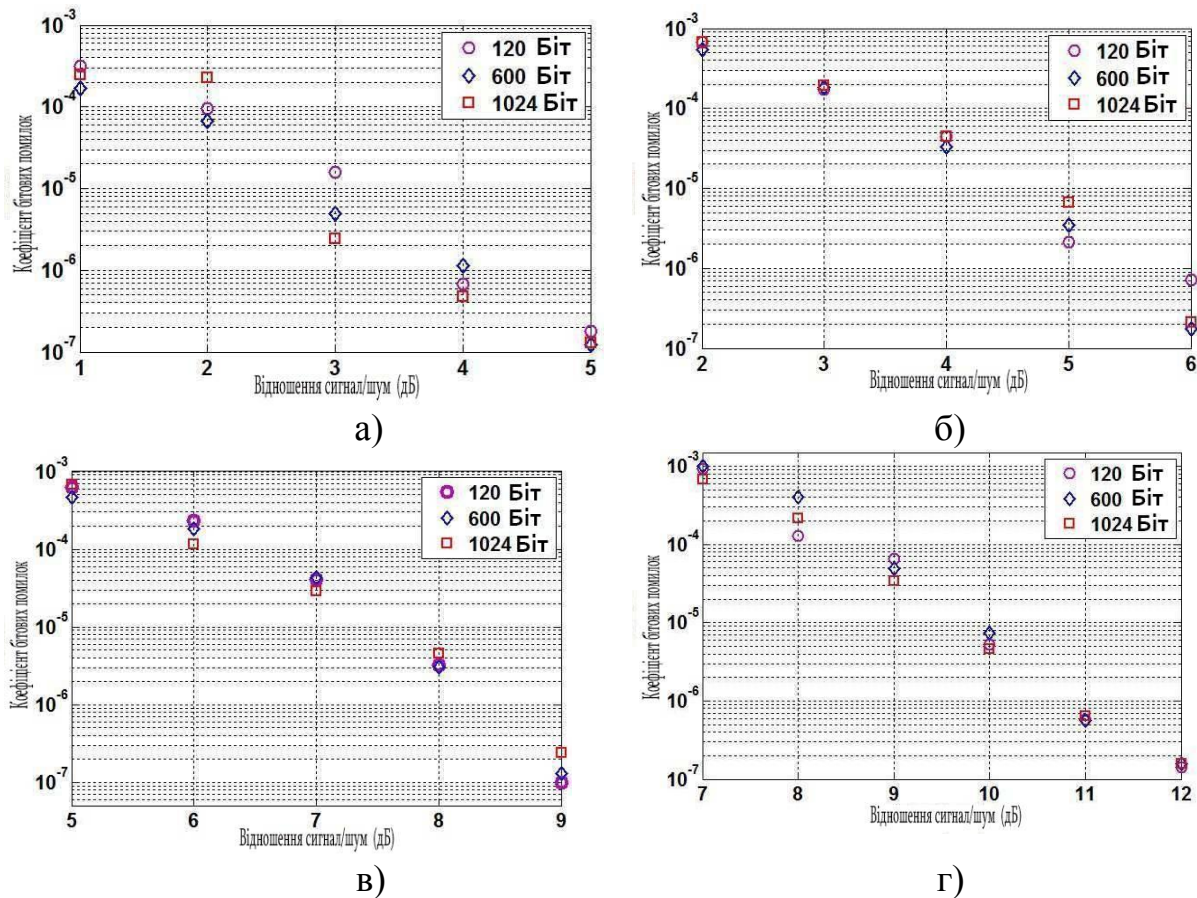


Рисунок 1 – Коефіцієнти бітових помилок:
а) на частоті 11,67 кГц; б) на частоті 24,48 кГц;
в) на частоті 48,89; г) на частоті 73.30 кГц

Висновок. На основі отриманих результатів може бути розроблений адаптивний алгоритм швидкості передачі даних. Використовуючи різні датчики, випромінювач VLC може визначати умови роботи для різних областей у межах зони обслуговування, а потім, відповідно до вимог коефіцієнта бітових помилок, він може коригувати свою швидкість передачі даних.

Список літератури

1. Komine T, Nakagawa M: Fundamental analysis for visible-light communication system using LED lights. IEEE Trans On Consumer Electron 2004, 50(1):100-107. 10.1109/TCE.2004.1277847.
2. Osman Gebizlioglu IEEE Communications Magazine. — 2012. — № 3 [Electronic resource]. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6163585/>.
3. IEEE Std 802.15.7: IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks-Part 15.7, Short-Range Wireless Optical Communication Using Visible Light. Piscataway: IEEE; 2011.

ОНЛАЙН-СЕРВІС СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРО ГРОЗОВУ НЕБЕЗПЕКУ

Постільник І.О.

*Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут
«Молнія» НТУ «ХП», вул Шевченка, 47, м. Харків, Україна, 61013*

Розробка програмного забезпечення та використання web-технологій у якості інструменту для дослідження як наукових так і практичних задач, у тому числі збір інформації, обробка та ретельний аналіз отриманих даних, дає змогу розширити спектр методів дослідження, швидко та динамічне в реальному часі, на достатній відстані від місця дослідження, отримувати покази приладів, будувати складні графіки, і навіть проектувати результати досліджень на карту місцевості. Всі зазначені вище переваги Інтернет-технологій застосовуються при побудові онлайн-сервісу та інтерфейсу взаємодії для вирішення завдань в галузі дослідження електричного поля атмосфери Землі під час грози, а також практичного застосування системи попередження про грозову небезпеку.

В Україні відсутня інфраструктура щодо реєстрування параметрів блискавок та попередження про наявність процесів, які можуть призвести до появи блискавок. У розвинутих країнах (США, ФРН та інших) існують національні системи реєстрування блискавок для подальшої обробки з метою визначення динаміки грозової активності. Такі системи мають розвинуту мережу стаціонарних станцій оснащених різноманітною апаратурою. Крім того, активно розвиваються системи моніторингу грозових фронтів за використання дистанційного методу пеленгації імпульсних магнітних полів, які супроводжують блискавки. Результати відображаються в мережі Інтернет у реальному часі на мапі світу [1]. Але, і в цих країнах не має систем для своєчасного попередження про грозову небезпеку за формулою «тут і зараз». Свідченням по це є приклад трагічних подій, які відбулись у ФРН під час рок-фестивалю у червні 2016 року. Сучасний світовий тренд пов'язаний з розробкою спеціалізованих систем попередження про грозову небезпеку (TWS). Загальні вимоги для таких систем викладено у стандарті IEC 62793:2016 [2].

Розроблено онлайн-сервіс для системи попередження про грозову небезпеку, який надає можливість доступу у вигляді Інтернет-ресурсу до інформації, що надходить від системи до бази даних. Джерелом надходження даних до онлайн сервісу є система попередження про грозову небезпеку [3]. Система має принципово нову концепцію побудови, яка та базується на застосуванні сенсорів електричного поля атмосфери ІКС-1. Принцип дії сенсору ІКС-1 базується на результатах дослідження закономірності розвитку коронного розряду з металевого стрижня у сильному електричному полі. У реальному часі мережа розташованих на місцевості сенсорів ІКС-1 виконує передачу інформації до мережі Інтернету диспетчерського пункту. Розроблена в

НТУ "ХПІ" система попередження повністю враховує вимоги міжнародного стандарту IEC 62793:2016 [2].

Побудова онлайн-сервісу удосконалює систему попередження та являється її складовою частиною. Результати надходять від сенсора до онлайн сервісу в умовному пакеті «Пакет 1». «Пакет 2» використовується в якості інструменту динамічної конфігурації сенсорів. Ця функція сервісу необхідна для здійснення налаштування параметрів вимірювання електричного поля, та встановлення порогу ввімкнення попередження про грозову небезпеку диспетчеру чи просто користувачу системи/сервісу. Також за допомогою «Пакету 2» надсилаються дані щодо стану та робочих параметрів сенсорів.

Наступна функція сервісу полягає у відображенні інформації, що зберігається в базі даних. Онлайн сервіс побудований таким чином, що надає змогу обробляти дані від сенсорів, зберігаючи їх до сховища бази даних, а також надавати інформацію користувачам у вигляді Інтернет-ресурсу. Користувач має змогу перейти до сайту та отримати дані, щодо інформації, яка надходить, чи надійшла від сенсорів електричного поля ІКС-1. Важлива функція онлайн сервісу також полягає в обробці та аналізу отриманих даних. Додатковий модуль програмного забезпечення який працює на базі онлайн сервісу, має алгоритм сканування інформації в сховищі та в залежності від величини, частоти та похідної надходження даних отриманих від мережі сенсорів приймає рішення щодо сповіщення користувачів, які знаходяться в місці грозової небезпеки.

Онлайн сервіс розроблено за допомогою технології ASP.NET [4]. ASP.NET – веб-фреймворк з відкритим вихідним кодом для створення сучасних веб додатків і сервісів на базі .NET Microsoft. Онлайн сервіс розширює спектр застосування системи в цілому та підвищує доцільність подальшої розробки та модифікації сервісу.

Список літератури

1. <http://www.lightningdetector.com>.
2. IEC 62793:2016 Protection against lightning - Thunderstorm warning system. IEC, Geneva, Switzerland.-2016. – 49p.
3. Kniaziev V.V. Thunderstorm warning system /V.V. Kniaziev, I.A. Postelnik // 8th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impuls Signals. –September 5 – 11, 2016. – Odessa. –P.12–17.
4. <https://asp.net>

СЕКЦІЯ 2. МЕДИЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОХОЖДЕНИЯ ВОЗДУХА В ВЕРХНИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЯХ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ХРАПЕ

Аврунин О.Г., Мустецова Е.В.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
пр. Науки, 14 г. Харьков, Украина, 61166*

Общим синдромом нарушений морфологии верхних дыхательных путей (ВДП) является храп. По статистике 60% мужчин и 40% женщин храпят во сне. Если легкий храп не представляет угрозы здоровью человека, то храп, приводящий к нарушению сна или сонливости днем, является предвестником сонного апноэ - хронической кислородной недостаточности мозга. Тяжелый храп способствует развитию многих заболеваний. В настоящее время не существует единого мнения о причине храпа. Первым шагом в решении задачи объективной диагностики храпа, что позволит проводить адекватное лечение, является создание адекватной модели процесса его возникновения.

При храпе язычок оказывается в свободном состоянии между потоками воздуха в ротовой и носовой полостях и начинает колебаться. Значительное увеличение скорости воздушного потока при уменьшении диаметра воздуховода приводит к возникновению области отрицательного давления. Это приводит к схлопыванию, стенки глотки и прекращению воздухообмена в легких. Таким образом, для моделирования процесса возникновения храпа необходимо учесть влияние всех элементов верхних дыхательных человека.

Предлагаемая модель основана на применении закона сохранения энергии при распределении воздушных потоков внутри полостей носа человека. Необходимые в расчете коэффициента скорости воздушного потока на различных участках полостей носа, определены на основе данных натурной модели носа [1]. Коэффициент носового сопротивления в вычислительной модели заменен на коэффициент гидродинамического сопротивления, являющийся безразмерной величиной и обладающий аналогичным физическим смыслом [2]. Внутренняя полость носа рассмотрена как система, состоящая из последовательного и параллельного соединения каналов.

Энергетическая модель строилась на следующих принципах:

- после прохождения носового отверстия воздух распределяются внутри общего, верхнего, среднего и нижнего носовых ходов;
- при дальнейшем движении воздуха внутри полости носа происходит объединение струек в одну, также центральную для области хоан;
- та же картина перераспределения повторяется при обратном движении воздуха от области хоан к области преддверия носа;

– объем воздуха, проходящий через ротовое отверстие существенно меньше, объема, проходящего через нос.



Рисунок 1 – Модель процесса прохождения воздуха в верхних дыхательных путях человека при храпе

Общее гидродинамическое сопротивление системы можно представить формулой:

$$\zeta_{\text{общ}} = \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \zeta_4$$

где ζ_1 - коэффициент гидродинамического сопротивления области преддверия носа; ζ_2 - суммарный коэффициент гидродинамического сопротивления областей носовых ходов; ζ_3 - коэффициент гидродинамического сопротивления области хоан; ζ_4 - коэффициент гидродинамического сопротивления ротового отверстия.

Сравнение коэффициентов гидродинамического сопротивления показало:

- при вдохе воздушный поток испытывает минимальное сопротивление в области верхнего и нижнего носовых ходов;
- величины гидродинамического сопротивления при переходе из общего и среднего носовых ходов в хоаны оказались меньше, чем при переходе воздушного потока из области преддверия носа в эти носовые ходы, поэтому при выдохе движение воздушного потока по носовым ходам не будет испытывать такого сопротивления, как при вдохе;
- величина общего гидродинамического сопротивления при вдохе оказалась больше величине общего гидродинамического сопротивления при выдохе, за счет прохождения воздуха через ротовое отверстие.

Список литературы

1. Lukyanov G. Comparison and the analysis of the processes of the movement of air through the human breathing system and its natural model / G.Lukyanov, A.Rassadina, V.Usachev // International Conference on Physics and Control, Phys. Con. St. Petersburg. – 2005.
2. Справочник по гидравлическим сопротивлениям: Справочник / Идельчик И.Е. – М. : Машиностроение, 1992 – 672 с.

USING A 2.4 GHz RADIO MODULE FOR TRANSMITTING A SPIROMETER DATA

**Batachenko S.N.¹⁾, Tomashevskiy R.S.¹⁾, Kolesnik K.V.¹⁾,
Jennifer McClain²⁾**

¹⁾ *NTU «KhPI», Kharkiv, Kyrpychova str., 2, batachenko9443@gmail.com*

²⁾ *IEEE Standards Education & Business Development*

According to the World Health Organization WHO hardware methods of diagnosis and determination of the patient's condition use a wired connection to the human body. Standard methods, which use outdated equipment, circulated in low-income, including Ukraine. In addition, each electrode or sensor connected to the monitor via a single cable. All these factors lead to carrying out uncomfortable procedure and make medical devices cumbersome [1].

Nowadays, modern information technologies are taking an increasingly active place in all spheres of human activity. Medical instrument making is no exception. Continuous and discrete parameters of the condition of patient is necessary to monitor in real-time and it is not always possible in a hospital. However, the development of wireless technologies implements miniaturization of medical devices, as well as increase the level of comfort in procedures. Monitoring the patient's condition is now possible even when he is at home, on a walk or at work. Therefore, medical devices are equipped with a radio, Wi-Fi and Bluetooth technologies units, which passed a diagnostic check according to the data transmission standards. The parameters, which are obtained from the patient's body could be transferred at any distance [2].

That's why, the aim of work is determining the effect of the radio module nRF24L01 on the condition of the patient according to IEEE Standard Std C95.1TM-2005 – IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3kHz to 300GHz.

For the testing the radio module NRF24L01 impact on the human body was created testing model, which shown in Figure 1.

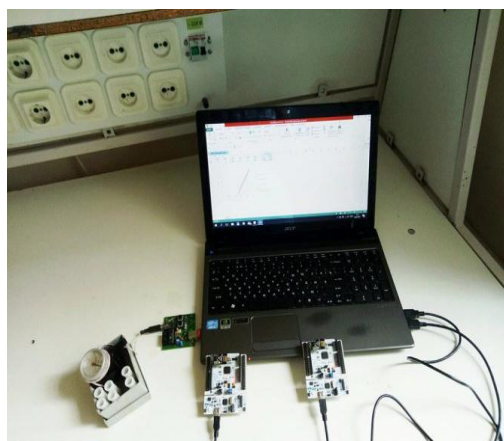


Figure 1 – Testing model

We are using spectral microvoltmeter B6-10 to determine the level of the electromagnetic field, the energy flux density and the level of propagation of the electromagnetic field during our researches.

The frequency range 3 kHz to 300 GHz belongs to extremely high-frequency radiation. Analysis of literature has shown that the level of the electromagnetic field of this frequency range must be less than $2,5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Table 1 – The results of experiments in the standard operating

Parameters	Value							
EMF, $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	2.1	2.1	2.1	2.0	1.99	1.99	2	2.1
Time, s	15	30	45	60	75	90	105	120

According to the standards the level of electromagnetic field in the energy saving mode must be $0.5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Histogram, which showing the level of relative error is shown in Figure 2.

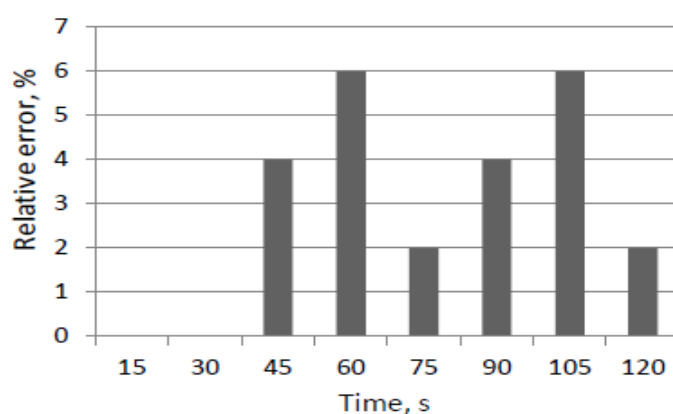


Figure 2 – The levels of relative error

Radio module nRF24L01 have passed all tests according to the IEEE Standard 802.15 – IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture, IEEE 802.15g – IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-- Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs) Amendment 3: Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Data- Rate, Wireless, Smart Metering Utility, Std C95.1™-2005 – IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3kHz to 300GHz and it is recommended in equipping in telemedicine devices.

Reference

1. Official website of World Health Organization. URL : <https://www.who.int>.
2. HTC S710 User Manual. High Tech Computer Corp. 2006. p. 2. Wi- Fi is a registered trademark of the Wireless Fidelity Alliance, Inc.

3D МОРФОЛОГИЯ ЭРИТРОЦИТОВ И СПОСОБ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

Бархоткина Т.М. , Бернадская Т.В. , Томашевский Р.С.
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева 2, г. Харьков, Украина, 61002
E-mail: romiocat.khpi@gmail.com

Исследование состояния клеток крови, и в первую очередь эритроцитов, имеет большой научный и медицинский интерес в виду того, что кровь в организме человека играет главную роль для протекания жизненно-важных обменных процессов. Морфология эритроцитов имеет изменения не только при гематологических заболеваниях, а отражает состояние организма в целом, что показано в работах Г.А. Бояринова, С.П. Перетягина, К.Н. Конторщиковой.

Целью данной работы является исследование возможностей получения трехмерного изображения микрообъектов, в частности эритроцитов крови человека, с применением метода голографической интерферометрии.

Известно, что прозрачные микрообъекты изменяют фазу проходящего через них света, так как имеют свой показатель преломления, отличный от показателя преломления окружающей среды и из-за сложности структуры таких объектов, световая волна, прошедшая через них, приобретает фазовый характер.

Мы разработали принципиальную оптическую схему цифрового голографического интерференционного микроскопа.

Так как обычный источник света (нелазерный) дает свет не строго монохроматический, то для освещения исследуемого образца нами был применен полупроводниковый лазер.

Наблюдать интерференцию световых волн можно лишь при определенных условиях. Поэтому необходимо разделить свет на два пучка и затем наложить их друг на друга. Существуют два экспериментальных метода получения когерентных пучков из одного светового пучка. Первый метод – с помощью двух близко расположенных отверстий в непрозрачном экране, второй – с помощью частично отражающей и частично пропускающей поверхности. Вторым методом обеспечивается большая интенсивность светового потока. Поэтому для разделения пучка лучей на две оптические ветви мы применили светоделительный кубик. Одна из оптических ветвей предназначена для опорного пучка лучей, вторая – для объектного пучка лучей.

Для уменьшения габаритных размеров прибора были применены зеркала, изменяющие направление хода луча. В оптической ветви опорного пучка лучей, необходимого для записи и восстановления голограммы объектной волны, расположен коллиматор, строящий

изображение источника света в бесконечности, при условии, что тот находится в передней фокальной плоскости коллиматора.

В оптической ветви объектного пучка лучей расположен микроскоп, увеличение которого должно быть $\Gamma_{\text{мик}} \geq 400^{\times}$. Необходимо сказать, что при таком увеличении объектив микроскопа должен строить первичное изображение исследуемого образца достаточно высокого качества, а значит в системе необходимо устранить aberrации. Для обеспечения высокой разрешающей способности объектива его числовая апертура должна быть $A=0,7$.

Объектив микроскопа создает изображение на голографической пластине, с которой должен совпадать передний фокус окуляра микроскопа. В микроскопе выбран окуляр Кельнера, состоящий из коллективной и глазной линз. Данный вид окуляра имеет малый габаритный размер и строит вторичное изображение исследуемого образца высокого качества в виду того, что глазная линза представляет собой склейку линз разных по знаку (положительной и отрицательной) и выполненных из разных материалов (крона и флинта).

Для получения нескольких видов увеличения изображения целесообразно применить телескопическую систему Галилея и расположить ее между объективом и окуляром микроскопа. Телескопическая система Галилея состоит из положительного объектива и отрицательного окуляра и дает два вида увеличения: в прямом и обратном ходе. К тому же, телескопическая система Галилея имеет меньший габаритный размер по сравнению с телескопической системой Кеплера, так как оптическая длина системы равна сумме $f'_{\text{об.}}$ и $f_{\text{ок.}}$, а в телескопических системах передний фокус отрицательного окуляра совмещается с задним фокусом объектива, то длина трубы Галилея всегда меньше фокусного расстояния объектива. В переднем фокусе окуляра микроскопа расположены голографические пластины. За счет введения в оптические ветви поляризационных светофильтров повышается качество и контраст голограммы и интерферограммы.

Интерферограммы исследуемого образца регистрируются с помощью цифровой видеокамеры и в дальнейшем обрабатываются на компьютере.

МАГНИТНАЯ ГИДРОДИНАМИКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Бондаренко И.С., Аврунин О.Г.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники
каф. Биомедицинская инженерия, пр. Науки 14, Харьков, Украина,
61166, тел. (057) 702-13-64, E-mail: igor2233d@gmail.com*

Введение. Организм человека является электропроводящей средой. К основным положениям магнитогидродинамики, рассматривающей движение проводящей среды в постоянном магнитном поле с индукцией B , относятся скорость (v) перемещения среды, величина B и направления векторов v и B . Вследствие влияния на среду поля B и перемещения в ней возникает электрическое поле с напряженностью E [1]:

$$E = v \times B. \quad (1)$$

При взаимно перпендикулярном положении векторов v и B соотношение (1) имеет вид скалярного произведения:

$$E = v \times B. \quad (2)$$

Из (2) следует, что напряженность электрического поля пропорциональна скорости и величине магнитной индукции.

Сущность работы. Магнитное поле создается либо катушками с постоянным током, либо твердотельными постоянными магнитами (ПМ). Максимальное значение индукции на поверхности ПМ может составлять от одной до 1,5Тл. С увеличением расстояния между ПМ и исследуемой средой, магнитное поле уменьшается вначале обратно пропорционально расстоянию. При расстояниях, существенно больших, чем размеры ПМ, поле уменьшается обратно пропорционально кубу расстояния. ПМ имеют характерные размеры не более 10 см. Поэтому при их использовании в магнитогидродинамике размеры участков биологической среды (БС), а также их расстояние от ПМ не должны превышать нескольких сантиметров. В отличие от постоянных магнитов катушки с током могут быть существенно больших размеров и создавать поле не меньше, чем ПМ. Величина поля катушки пропорциональна току через нее и числу ее витков. Безопасным для человека является поле не более 1Тл. Особенностью предлагаемых исследований является перемещение участка БС с помощью акустического излучения (АИ). Для биологических исследований АИ привлекательно тем, что его влияние может распространяться на значительное расстояние в БС без заметного затухания, может фокусироваться до миллиметровых и субмиллиметровых размеров и может перемещать БС бесконтактным способом. Одной из целей доклада является расчетная оценка v участка БС и ожидаемого значения E . Как известно из физики [2], АИ в материальной среде (газ, жидкость, твердое тело) распространяется в основном в виде продольных волн расширения и сжатия. Длина волны АИ

определяется формулой

$$\lambda = c/f, \quad (3)$$

где c – скорость звука в среде, f – частота АИ. БС близка по плотности к воде, где скорость звука около 1500 м/с. Для обеспечения поступательного перемещения участка БС с частотой АИ необходимо, чтобы его размер был меньше длины волны. Это обеспечивается выбором частоты АИ. Например, для участка с размером в 1 см длину волны можно выбрать равной 3 см. При этом согласно (3) частота равна 50 кГц. Максимальная скорость перемещений $v_{\max}$ может быть определена из соотношения [2]:

$$I = P v_{\max} / 2 = P^2 / (2c\rho). \quad (4)$$

где I – интенсивность АИ, P – звуковое давление на частицы среды, ρ – плотность среды. Из (4) следует, что

$$v_{\max} = P / (c\rho). \quad (5)$$

Величина $(c\rho)$ имеет название акустического сопротивления среды. Для диапазона средних по величине интенсивностей АИ величина P находится в пределах $10^3 - 10^5$ Па [3]. Из формулы (5) для этих значений давления в БС получаем $v_{\max} = 0,6 (10^{-3} - 10^{-1})$ м/с. С помощью формул (3) и (5) можно установить, что величина перемещений среды в данном случае будет составлять от долей микрона до нескольких микрон. Из формулы (2) получаем диапазон максимальных значений напряженности возбуждаемого АИ переменного электрического поля при $B = 1$ Тл – $E \approx (10^{-3} - 10^{-1})$ В/м. например, в этом электрическом поле на участке БС с протяженностью $L=1$ см должно возникать на частоте АИ переменное напряжение $V = E \times L$ с амплитудой от 10 мкВ до 1 мВ. Из приведенных формул получаем обобщенное выражение для напряжения V , возникающего на участке БС:

$$V = [2I / (c\rho)]^{0,5} B \times L. \quad (6)$$

Выводы. Согласно положений магнитогидродинамики совместное воздействие на биологическую среду (БС) постоянного магнитного поля и фокусированного акустического излучения дает возможность определять напряженность электрического поля (E) в различных участках тела человека. В частности, возникает возможность высокоточных измерений E патологических аномалий БС, связанных с аномальными значениями акустического сопротивления, а при известном значении скорости звука в них – с аномалиями ее плотности.

Список литературы

1. Полунин В.М. Акустические свойства нанодисперсных магнитных жидкостей / В.М. Полунин. – Москва : Физматлит., 2012. – 384 с.
2. И.Е.Эльпинер. Ультразвук, физико-химическое и биологическое действие / И.Е.Эльпинер. – Москва : Гос. изд. физ-мат. литер., 1963. – 420 с.
3. Физический энциклопедический словарь / под. ред. А.М. Прохорова. – М. : 1983 г. – 928 с

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ МОЗГА НА ОЛЬФАКТОРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Воропай В.С.¹⁾, Шураев А.А.²⁾

*Харківський національний університет радіоелектроніки
каф. радіотехніки, пр. Науки, м. Харків, Україна, 61166,
тел. (057) 702-10-00,*

¹⁾ E-mail: valeriia.voropai@nure.ua

²⁾ E-mail: oleksandr.shuraiev@nure.ua

Процедура измерения остроты обоняния при помощи специальных приборов для определения степени и природы обонятельных нарушений называется ольфактометрией. Обонятельные нарушения вызываются одним из нескольких факторов: невозможностью доставки ароматических молекул к обонятельному нейроэпителию (транспортные расстройства), потеря чувствительности самого нейроэпителия (сенсорные расстройства), неспособность мозга интерпретировать поступающие нервные импульсы (невральные расстройства). На данный момент не существует методов обследования, позволяющих различить сенсорные и невральные расстройства обоняния и необходимые сведения о причине заболевания берутся из анамнеза.

В настоящее время наибольшее применение нашли два метода исследования дисфункции обоняния:

- психофизические ольфактометрические тесты;
- исследования, проводимые при помощи специализированного устройства – ольфактометра.

Ольфактометры имеют в своей конструкции ёмкости, наполненные одорантами и дозатор, который подаёт необходимый объём вещества в дыхательную маску.

Они могут дать представление о том, насколько насыщенным должен быть запах, чтобы пациент смог его ощутить, но не дают никаких сведений об энергетических характеристиках дыхания. Для измерения таких параметров существуют специализированные устройства – риноманометры.

Риноманометры способны измерять расход воздуха и давление носовой полости во время вдоха и выдоха, по которым возможно рассчитать энергию дыхания и аэродинамическое сопротивление верхних дыхательных путей.

Разработанный на кафедре Биомедицинской инженерии ХНУРЭ прибор совмещает в себе риноманометр и ольфактометр и позволяет измерять характеристики дыхания пациента непосредственно во время обоняния запахов. Это даёт больший объём необходимой для постановки правильного диагноза информации.

Метод исследования, основанный на применении данного прибора, всё же обладает тем же недостатком, что и другие методы – он остаётся субъективным, так как пациент сам регистрирует момент ощущения запаха нажатием на кнопку. Это может приводить к искажениям результатов и делает метод неподходящим для применения в судмедэкспертизе в тех случаях, когда есть заинтересованность пациента в получении определенного результата теста.

Предлагаемый нами метод подразумевает использование электроэнцефалографа для регистрации момента ощущения пациентом одоранта. Электроэнцефалография – это метод регистрации электрической активности головного мозга путем измерения потенциалов, возникающих на коже головы.

В различных источниках информация о изменениях электрической активности мозга при ольфакторном воздействии разнится, а иногда даже противоречит друг другу. Но все же есть некоторые неизменные составляющие общие для всех исследований.

Восприятие обонятельной информации, даже в случаях невысокой интенсивности запахов, связано с заметными изменениями характеристик ЭЭГ. Снижение спектральной плотности низкочастотных компонентов ЭЭГ (6-10 Гц), увеличение спектральной мощности относительно высокочастотных составляющих ЭЭГ (11-25 Гц), наиболее выраженные изменения наблюдаются в затылочных регионах неокортекса.

Так же наблюдается увеличение когерентности колебаний ЭЭГ, наиболее интенсивное в бета диапазоне. По этим признакам можно определять точный момент, в который пациент начал ощущать запах.

Сам метод заключается в снятии электроэнцефалограммы вовремя ольфактометрического исследования. Процедура выглядит таким образом: пациент надевает дыхательную маску, на его голову накладываются электроды электроэнцефалографа, исследуемый совершает дыхательные маневры с нарастанием их интенсивности.

Как только ЭЭГ зафиксирует момент ощущения пациентом одоривектора, программа просигнализирует о завершении исследования и выдаст результат.

Данный метод позволит дать количественную оценку обонятельной функции для постановки объективного диагноза, наибольшее применение может получить в судебно-медицинской экспертизе.

Список литературы

1. Изменения ЭЭГ человека при направленном восприятии и анализе обонятельной информации / А.А. Чернинский, И.Г. Зима, Н.Е. Макачук [и др.] // Нейрофизиология. – 2009. – Т. 41, № 1. – С. 70-78.
2. Овчинников Ю.М. Нарушения обоняния (вопросы теории, диагностики, лечения) / Ю.М. Овчинников – М. : ММА им. И.М. Сеченова, 1999. – 155 с.

ЛИНЕЙНЫЙ ТРЕНАЖЕР ЗРЕНИЯ НА ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТАХ

Долгопятенко А.Д., Скляр О.И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

пр. Науки, 14 г. Харьков, Україна,

E-mail: ann.dolgopyatenko@gmail.com

В наше время, когда люди часами не отрывают взгляд от экранов компьютеров, мобильных устройств или телевизоров, глаза, зрение подвергается огромным нагрузкам. Поэтому с каждым днем большого числа людей задача сохранить зрение становится все более актуальной. В связи с такими проблемами создаются тренажеры для зрения, которые требуют в 10 раз меньше волевой активности. Используя такие тренажеры, вы не напрягаетесь в подсчетах повторов, не напрягаете чрезмерно свои глаза и психику, пытаетесь контролировать движения глаз, и не пытаетесь отбросить посторонние мысли, а наоборот вы расслабляетесь ментально и психически и просто следите за световым маркером.

Технической задачей является создание линейного тренажера глаз, который будет иметь возможность тренировки косых мышц глаза и иметь меньшую себестоимость в сравнении с существующими аналогами.

Для обеспечения тренировки косых мышц тренажер должен поворачиваться на заданный угол. Сначала предполагалось использовать одну линейку из n диодов. Но для того чтоб полностью спроектировать устройство на логике, не подключая механику, введем дополнительное количество линеек, а именно еще m штук по n диодов в каждой, причем линейки расположим по кругу, то есть итого для создания тренажера необходимо $n*m$ диодов. Диоды можно сгруппировать по 10 штук, из соображений одинакового положения в определенной линейке. В итоге, всего будет $(n*m)/10$ группы диодов.

Для включения определенной линейки можно использовать контроль питания светодиодов, который реализуется благодаря транзисторам, включенных в ключевом режиме. Транзисторов всего 10, и каждый из них подключен к определенной группе. Питание транзисторов осуществляется источником питания +5 В.

Для последовательного перебора линеек можно использовать такой элемент как счетчик, который увеличивает число на 1 при подаче очередного сигнала. Сигнал со счетчика поступает в двоичном параллельном коде, а на транзисторный блок необходимо подавать сигнал в псевдо последовательном коде. С целью превращения сигнала из двоичного кода в последовательный используется дешифратор. Существуют микросхемы, которые содержат одновременно счетчик и дешифратор, будем использовать именно такую для упрощения схемы.

С другой стороны, светодиоды на каждой линейке должны последовательно переключаться слева направо и обратно. На светодиодное поле также должен подаваться псевдо последовательный сигнал для реализации эффекта перемещения светящейся точки, но так как поданный сигнал является двоичный, для преобразования необходим дешифратор.

Для последовательного загорания диодов необходимо использовать счетчик, а так как диоды должны загораться слева направо, а потом наоборот используем реверсивный счетчик. Так как использованный счетчик является реверсивным, для переключения направления перемещения светящейся точки необходимо дополнительное управление входами счетчика для чего используется демультиплексор. К демультиплексору идет обратная связь с дешифратора, для его активации. К обратной связи дополнительно подключены элементы контроля переключения светодиодных линеек.

Для реализации идеи тренажера с движением светящейся точки необходим генератор тактовых импульсов. Предлагается реализовать режим свечения светящейся точки (диод) в течение 0,1-0,2 с. Добиваться такой маленькой частоты будем с помощью делителя частоты. Делитель частоты подключается непосредственно к демультиплексору.

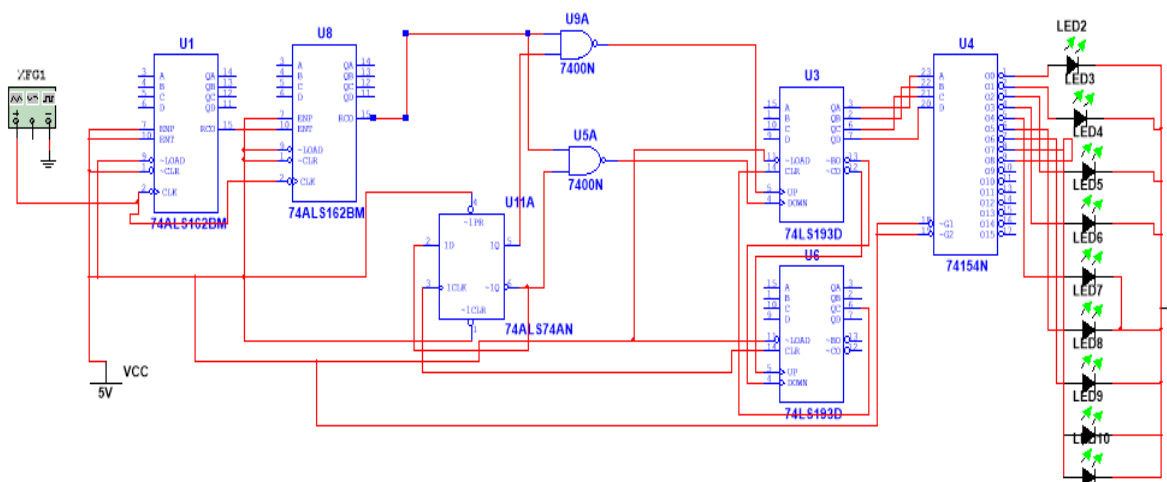


Рисунок 1 – Линейный тренажер

Был разработан линейный тренажер зрения (рис. 1), на основе линеек светодиодов. Количество светодиодов в линейке - 64. Количество линеек - 10. Время индикации каждого светодиода 0,12 с. Светодиоды загораются слева направо и потом наоборот. После этого подключается следующая линейка, расположенная через 18 градусов по кругу.

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ І ВИЗНАЧЕННЯ ЦИРКУЛЮЮЧИХ ПУХЛИННИХ КЛІТИН

Злепко С. М., Чернишова Т. А., Тимчик С. В., Лепьохіна Г. С.

Вінницький національний технічний університет

Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна,

E-mail: bdn993@gmail.com

Стандартний запит «breast cancer» в PubMed, зроблений в лютому 2012 року видав 239 908 робіт, присвячених раку грудей, при цьому, в 1717 з них автори проводять вивчення циркулюючих пухлинних клітин при онкологічному захворюванні молочної залози. З початку 2003 року кількість публікацій про дослідження пухлинних клітин при раку грудей збільшилася з 5% до 20% від загальною числа щорічно публікуємих робіт, присвячених онкологічним захворюванням молочної залози. За статистикою в США кожний восьмий випадок онкологічного захворювання є раком грудей, в РФ – кожен п'ятий. У жінок рак молочної залози займає 1 місце серед інших видів раку. Так, в 2011 році було відзначено 226 870 пацієнток з цим діагнозом з 790 740 онкологічних випадків у жінок (29%) в США. На другому місці – рак легенів, 109 690 випадків. Незважаючи на розвинені програми скринінгу і високу інформованість жінок про рак молочної залози, до цих пір поширений діагноз при первинновиявленому раку – «рак молочної залози III-IV стадії». Наприклад, в США з 226 870 випадків раку молочної залози 39 510 (17,4%) – закінчилися летальним результатом в 2011 [1]. Таким чином, зберігається актуальність проблеми ранньої діагностики первинного раку та його рецидивів, а також підбору його ефективної терапії. При цьому прогноз захворювання багато в чому визначається активністю метастатичної хвороби [2, 3].

Велика розмаїтість методів виявлення і виділення циркулюючих пухлинних клітин явно вказує на інтерес, який проявляють дослідники до ЦПК, і це не випадково. Справа в тому що, незважаючи на всю різноманітність методів, результати, що одержують при обстеженні пацієнтів і прогнозуванні клінічної картини, завжди залишаються тими ж самими: наявність ЦПК або ДПК завжди пов'язана з негативним прогнозом по виживаємості. Найбільш перспективними технологіями видалення ЦПК є імунно-магнітні методи, які дозволяють проводити подальші дослідження клітин. Оцінка рівня експресії декількох генів збільшує специфічність і чутливість методів аналізу [5].

Сучасні досягнення науки і техніки суттєво розширили можливості розпізнавання злоякісних новоутворень (ЗНУ). Тим не менш, не дивлячись на широкий арсенал допоміжних методів досліджень, лікар досить часто

відчуває суттєві труднощі в постановці правильного діагнозу, що в результаті відображається на лікуванні.

Технологія ISET[®] (ISET: Isolation by SizE of Tumor cells) являє собою інноваційний запатентований метод, реалізований за допомогою пристрою Rarecelis і витратних матеріалів, який дозволяє без втрат ізолювати від крові циркулюючих рідкісних клітин, включаючи циркуляційні пухлинні клітини, при збереженні їх цілісності. Тим самим дозволяючи проводити їх аналіз різними методами, включаючи цитопатологію крові [4].

Цитопатологія крові ISET[®] – єдиний на сьогодні перевірений метод, що дозволяє діагностувати виявлення циркулюючих ракових клітин з дуже високою і безпрецедентною чутливістю. Діагностика означає «надійну оцінку практично без хибнопозитивних і помилкових негативних результатів». ISET[®] Cytopatology для крові є найбільш чутливим методом діагностики циркулюючих ракових клітин (CCC), які є ранньою ознакою інвазії раку. Завдовго до появи метастазів CCC циркулюють в крові і можуть бути діагностованими за допомогою цитопатології ISET[®]. Технологія ISET[®] Blood Cytopathology дозволяє діагностувати CCC, а значить ідентифікувати CCC без помилкових або хибних негативних результатів. За допомогою ISET[®] Blood Cytopathliogy онкологи мають додаткову інформацію про інвазивний потенціал раку, допомагаючи зупинити інвазію раку перед стадією формування метастазів. Крім того можуть використовувати цитопатології ISET[®] для крові, щоб знати чи було лікування ефективним, так як в цьому випадку CCC зникає з крові [4].

Таким чином, найбільш цінним і достовірним методом виявлення, клітин являється той, який дозволяє провести світлооптичну візуалізацію з вивченням мембрани, цитоплазми і ядра клітини та виключити тим самим як хибно позитивні, так і хибно негативні результати досліджень.

Список літератури

1. Siegel R., Naishadham D., Jemal A. Cancer Statistics // Cancer J. – 2012. – Р. 10 – 29.
2. Осинский С. П., Глузман Д. Ф. Диссеминированные опухолевые клетки в крови и костном мозге (Молекулярный прогноз в клинической онкологии) // Онкология. – 2006. – Т.8 – С. 102 – 108.
3. Красильников С. Э., Сидоров С. В., Гуляева Л. Ф. Сравнительный анализ экспрессии генов ERα и ароматазы в опухолевых тканях молочной железы и эндотермия // Сибирский онкологический журнал. – 2007. – Т.4 – С. 89 – 95.
4. Ashworth T. R. A case of cancer in which cells similar to those in the tumours were seen in the blood after death // Aust. Med. J. – 1869. V. 14. – р. 146–149.
5. Д. А. Зубцов, Ж. И. Зубцова, А. В. Лавров, Е. В. Левченко и др. Циркулирующие опухолевые клетки (ЦОК) при раке молочной железы.

МОДУЛЯЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Кипенский А.В., Король Е.И.

НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002,

e-mail: kavkpi@ukr.net

Физиотерапия является одной из областей клинической медицины и изучает лечебное действие естественных и искусственно созданных (преформированных) природных факторов на организм человека. Среди таких факторов особое место занимает электромагнитная энергия (ЭМЭ), ввиду возможностей широкого регулирования ее параметров. Методы электротерапии и электротерапевтические аппараты условно принято разделять на группы в зависимости от используемой части спектра электромагнитных колебаний. При этом следует отметить, что в физиотерапии с лечебной целью используется ЭМЭ в форме постоянного, импульсного и переменного токов, магнитного и электрического полей, а также электромагнитного излучения. Целесообразность модуляции параметров ЭМЭ, направленной на человека с лечебной целью, можно считать теоретически обоснованной и экспериментально доказанной [1, 2].

Для проведения процедур электролечения различными методами в физиотерапевтических аппаратах предусмотрено значительное количество форм и видов электрических сигналов. Тем не менее, для формирования всех этих сигналов цифровыми системами управления вполне достаточно использовать следующие виды модуляции: амплитудная, частотная, амплитудно-импульсная модуляция первого рода, частотно-импульсная модуляция первого и второго рода, односторонняя широтно-импульсная модуляция. Схема воздействия ЭМЭ на организм человека с лечебной целью (для случая воздействия электрической энергией) приведена на рис. 1, а.

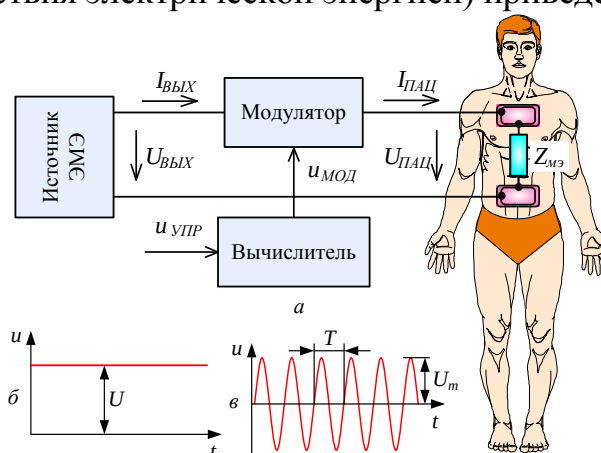


Рисунок 1. Схема воздействия ЭМЭ на организм человека

В схеме в качестве источника ЭМЭ используется генератор постоянного напряжения (рис. 1, б) или генератор переменного напряжения

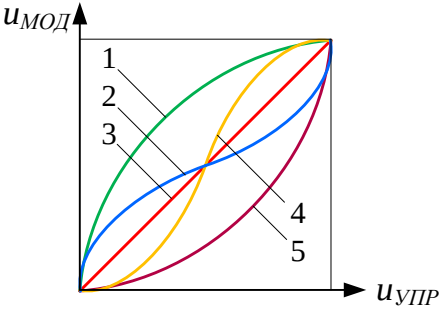
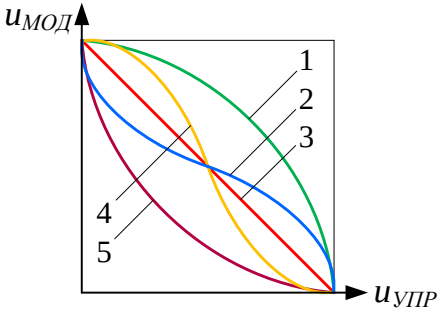
(рис. 1, в) с определенными параметрами выходного сигнала: $P_1 = U$, где U – уровень выходного напряжения генератора постоянного напряжения; $P_2 = U_m$, где U_m – амплитуда выходного напряжения генератора переменного напряжения; $P_3 = f$, где $f = 1/T$ – частота выходного напряжения генератора переменного напряжения.

Модуляция любого электротерапевтического воздействия представляет собой изменение по некоторому закону (в общем случае это увеличение и уменьшение) по крайней мере, одного из параметров этого воздействия. При этом значение любого из параметров выходного сигнала генератора при условии, что модулирующий сигнал изменяется в диапазоне $0 \leq u_{\text{МОД}} \leq 1$, может быть определено выражением

$$P_i = \begin{cases} 0, & \text{если } u_{\text{МОД}} = 0; \\ u_{\text{МОД}} \cdot P_i, & \text{если } 0 < u_{\text{МОД}} < 1; \\ P_i, & \text{если } u_{\text{МОД}} = 1. \end{cases}$$

Основные законы изменения модулирующего сигнала в функции сигнала управления $u_{\text{УПР}} \in [0, 1]$ сведены в табл. 1.

Таблица 1. Законы изменения модулирующего сигнала

	Законы увеличения модулирующего сигнала
	$u_{\text{МОД}} = \sqrt{1 - (u_{\text{УПР}} - 1)^2}$ (1)
	$u_{\text{МОД}} = 2u_{\text{УПР}} - \sin^2(\pi \cdot u_{\text{УПР}}/2)$ (2)
	$u_{\text{МОД}} = u_{\text{УПР}}$ (3)
	$u_{\text{МОД}} = \sin^2(\pi \cdot u_{\text{УПР}}/2)$ (4)
	$u_{\text{МОД}} = 1 - \sqrt{1 - u_{\text{УПР}}^2}$ (5)
	Законы уменьшения модулирующего сигнала
	$u_{\text{МОД}} = \sqrt{1 - u_{\text{УПР}}^2}$ (1)
	$u_{\text{МОД}} = 2(1 - u_{\text{УПР}}) - \cos^2(\pi \cdot u_{\text{УПР}}/2)$ (2)
	$u_{\text{МОД}} = 1 - u_{\text{УПР}}$ (3)
	$u_{\text{МОД}} = \cos^2(\pi \cdot u_{\text{УПР}}/2)$ (4)
	$u_{\text{МОД}} = 1 - \sqrt{1 - (u_{\text{УПР}} - 1)^2}$ (5)

В заключение следует отметить, что рассмотренные принципы модуляции могут быть использованы для различных видов энергии, генерируемой физиотерапевтическими аппаратами.

Список литературы

1. Улащик В.С. Новые методы и методики физической терапии / В.С. Улащик. – Мн.: Беларусь, 1986. – 175 с.
2. Боголюбов В.М. Общая физиотерапия: [учебник. 3-е изд.] / В.М. Боголюбов, Г.Н. Пономаренко – М.: Медицина, 1999. – 432 с.

МОДУЛЬ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО ГЛЮКОМЕТРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА

Колесник К.В., Лапта С.С., Огаркова И.С.
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002,
kolesniknet@ukr.net

Сахарный диабет неспроста называют одной из главных болезней современности. Это хроническое эндокринное заболевание, неоднородное по своей природе, т. е. по причине возникновения и по особенностям течения заболевания, охватило сейчас значительные слои населения. При этом заболевании нарушается обмен веществ в организме и происходит постепенное разрушение основных его жизненных систем. Кроме того, характерной особенностью сахарного диабета является хроническое течение заболевания, хотя возможны и случаи стойкого улучшения и даже обратного развития явного диабета [1].

И с каждым годом количество пациентов с таким диагнозом растет. При этом существует множество проблем, с которыми приходится сталкиваться пациентам, в то числе регулярный контроль уровня сахара в крови и своевременная передача сведений лечащему врачу. Решением данной проблемы может быть использование современных телемедицинских глюкометров [2].

Авторами в рамках проведения НИР по созданию современных диагностических средств и систем предложен модуль телемедицинского глюкометра (МТГ), который предполагается использовать в составе экспериментального стенда (ЭС) по отработке новых телемедицинских диагностических методов [3, 4].

Основные технические требования к МТГ ЭС:

- компактность и малый вес;
- автономное питание;
- простой алгоритм управления;
- наличие канала связи.

Структурная схема такого модуля приведена на рис. 1:

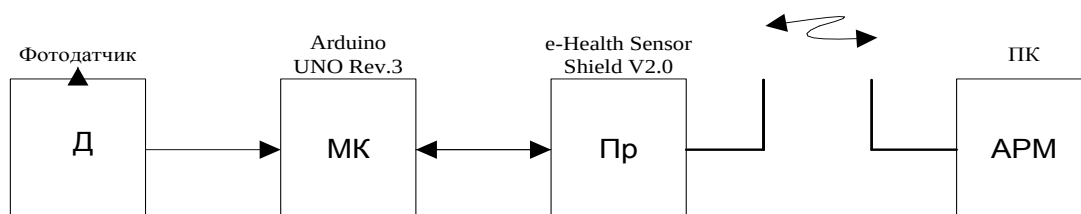


Рисунок 1 – Структурная схема МТГ

Принцип работы МТГ заключается в том, что небольшая капля крови, полученная путем прокалывания кожи ланцетом, помещается на одноразовую тест-полоску, которую фотодатчик Д считывает, и передает информацию на микроконтроллер МК. МК рассчитывает уровень глюкозы в крови и отображает его на индикаторе в мг/дл или ммоль/л. Кроме того, с использованием канала GSM-связи (Пр) передает полученные данные на автоматизированное рабочее место врача (АРМ). Лечащий врач, который находится в медкомплексе, с помощью полученных телемедицинских данных осуществляет своевременный контроль состояния пациента, и принимает необходимые терапевтические решения.

На рис. 2 показан процесс проведения процедуры теледиагностики уровня содержания сахара в крови пациента на макете МТГ ЭС.



Рисунок 2 – Процесс сбора и передачи данных МТГ ЭС.

В настоящее время в ЛБМЭ НТУ ХПИ проводятся разработки МТГ с использованием модулей e-Health Sensor Shield V2.0 и Arduino UNO Rev.3. Проведенные исследования показали возможность обеспечения измерений, соответствующих необходимым медицинским требованиям.

Список литературы

1. Сахарный диабет / Под ред. П. Петридес, Л. Вайсс, Г. Леффлер, О. Вийланд: Пер. с нем. – М.: Медицина, 1980, 3 с.
2. e-Health Sensor Platform V2.0 for Arduino and Raspberry Pi. URL : <https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical/>
3. Лапта С. И. Функционально-структурное математическое моделирование сложных гомеостатических систем: монография / С. И. Лапта, С.С. Лапта, О. И. Соловьева. – Харьков : Изд. ХНЭУ, 2009. – 332 с.
4. Колесник. К.В. Особенности применения модулей платформы в телемедицине / К.В. Колесник, М.А. Шишкин, О.А. Ситникова, К.Н. Папирный // Весник НТУ ХПИ № 25 (1197). Серия «Нові рішення в сучасних технологях». – Украина, Харьков. – 2015. – НТУ ХПИ. – С. 45-52.

МОДЕЛЬ ГЕНЕРАТОРУ ОЗОНУ

Куліченко В.В. Махонін М.В. Кузьминський Б.С.
НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002,
e-mail: Kulichenko.Viacheslav@gmail.com

Забезпечення якісного лікування пацієнтів в медичних установах потребує від спеціалістів використання широко спектру як технічного інструменту так і фармакологічних препаратів. В деяких випадках створення фармакологічних речовин відбувається безпосередньо під час проведення процедури, або з невеликим запасом за умови короткострокового періоду зберігання. Такі речовини створюються за допомогою спеціальної медичної апаратури, до якої висувуються особливі вимоги, так як відсутній час та обладнання для перевірки властивостей отриманих фармакологічних речовин та їх стану.

Одним із видів медичної апаратури для створення фармакологічних речовин є генератор озону, що працюють на основі ефекту створення молекул озону в киснево-повітряній суміші під впливом електричного розряду. Отриманий газ має високу активну дію і застосовується в якості дезінфікуючих засобів, вводиться в суглоби і підшкірну клітковину в чистому вигляді, а змішаний з фізіологічним розчином чи кров'ю в кров'яне русло. Слід зазначити, що при великих концентраціях озон є токсичним газом, особливо для легень людини.

На відмінно від побутових генераторів озону які використовуються для поліпшення якості повітря, медичні озонатори створюють значно більшу концентрацію озону, а для отримання необхідного фармакологічного ефекту потребують точного встановлення параметрів впливу. Хоча конструкція самого генератора озону відома вже давно, існує проблема отримання необхідних властивостей газу із-за значної кількості умов, що на нього впливають. Доцільно стає використовувати моделі генераторів озону для визначення як конструктивних особливостей так і фармакологічних якостей.

Генератор озону складається з двох основних блоків це газорозрядна камера в якій безпосередньо проходить процес перетворення кисню в озон та система живлення, що провокує умови для виникнення розряду. Основними параметрами блоків які впливають на генерацію озону[1]:

- газорозрядна камера:
 - 1) геометричні розміри камери L, H ;
 - 2) ефективна площа електродів S ;
 - 3) діелектрична проникність діелектрика ϵ_B та повітряного зазору ϵ_G ;
 - 4) товщина діелектрика D_B і повітряного зазору D_G ;
- система живлення:

- 1) форма напруги, що підводиться до газорозрядної камери (синусоїдальна, імпульсна);
- 2) амплітуда напруги U ;
- 3) частота напруги f ;
- 4) тривалість імпульсу у разі використання імпульсної напруги τ .

Окрім наведених параметрів на генерацію озону також впливають фактори при яких здійснюється робота блоків, серед таких є:

- 1) витрата газу через газорозрядну камеру V ;
- 2) температура повітряно-кисневої суміші T ;
- 3) коефіцієнти генерації K_{GEN} та розкладу озону K_{DIS} ;
- 4) час на протязі котрого відбувається генерація озону t ;
- 5) рівень вологості повітряно-кисневої суміші N_{HUM} .

Хоча кількість параметрів для розрахунку кількості озону, що генерується не велика використання задачі не має аналітичного вирішення. Це пов'язано з тим, що ряд параметрів мають залежність один відносно одного, а отже необхідне ітераційне моделювання процесу створення озону (наприклад, підвищення амплітуди напруги живлення призводить до збільшення концентрації озону, але також збільшує температуру, яка прискорює розклад озону).

Проаналізувавши наведені вище параметри можна зробити висновки як кожний з них впливає на сукупну кількість озону який утворюється під час роботи генератора та описати виразом[2].

$$\Pi \approx \frac{L \cdot H \cdot S \cdot \varepsilon_G \cdot \varepsilon_B \cdot f \cdot U \cdot \tau \cdot K_{GEN}}{D_B \cdot D_G \cdot V \cdot T \cdot N_{HUM} \cdot K_{DIS}} \quad (1)$$

Для параметрів які стоять в чисельнику збільшення їх значення призводить до підвищення кількості озону, а ті, що стоять в знаменнику навпаки – до зменшення[2]. Однак регулювання окремими параметрами для збільшення кількості озону може призвести до його зменшення тому слід комплексно підходити керування роботою генератором.

Запропоновано модель дозволить змоделювати роботу генератора при генерації озону та визначити шляхи найбільш доцільні для створення керованої системи отримання потрібних фармакологічних властивостей.

Список літератури

1. Sokol E.I. The Analysis of Technical Solutions for Medical Ozonators / E.I. Sokol, A.V. Kipenskiy, V.V. Kulichenko, R.S. Tomashevskiy, T.M. Barkhotkina // 2013 IEEE XXXIII International Scientific Conference Electronics and Nanotechnology (ELNANO). Kyiv, Ukraine, , April 16-19, 2013. – pp. 262-265
2. Кипенський А.В. Пневмоелектромеханическая система управления расходом озono-кислородной смеси в медицинском озонаторе / А.В. Кипенський, В.В. Куличенко, Н.В. Махонин // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – №36. – С. 186-188.

ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДАНИМИ ВНУТРІШНЬОКОРОНАРНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Куліш Д. В. , Іванушкіна Н. Г. , Іванько К. О.
*Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
вул. Політехнічна 16, корп.12, к.423, Київ, 03056 Україна,
imetherlastoctor@gmail.com, n.ivanushkina@gmail.com,*

Лікування серцево-судинних захворювань (ССЗ) залишається однією з найбільш пріоритетних задач у всьому світі. Вдосконаленню методів та засобів діагностики і лікування ССЗ приділяється велика увага. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю покращення зображень, отриманих під час внутрішньокоронарного ультразвукового дослідження (ВКУЗД).

ВКУЗД [1] дозволяє проводити точний структурний і кількісний аналіз досліджуваного сегмента артерії. Отримана інформація має значення в діагностиці і лікуванні хвороб серця. На відміну від рентгеноконтрастної ангіографії, при ВКУЗД не тільки отримують зображення просвіту артерії, але й оцінюють ультразвукову структуру судинної стінки в різних ділянках, що дає можливість проводити детальний якісний аналіз атеросклеротичної бляшки, виявити признаки структурної нестабільності бляшки, а також оцінити стан оперованого сегмента артерії після виконання балонної ангіопластики, установки коронарного стента і визначити ефективність операції.

Система для ВКУЗД, крім звичайного ультразвукового пристрою, включає в себе спеціальний катетер з вмонтованим в дистальний кінець ультразвуковим датчиком. Використовують датчики з частотою 30-40 МГц, діаметром 2,9-3,5 Fr (0,9 — 1,2 мм). Роздільна здатність датчиків становить 150 мкм.

В роботі виконана обробка ВКУЗД зображень (рис.1) для знаходження площі судини, площі просвіту судини та площі атеросклеротичної бляшки.

Алгоритм програми для обробки початкових зображень за результатами ВКУЗД (рис.2, а) складається з наступних частин:

- перетворення яскравості зображень;
- просторова фільтрація (рис.2, б);
- обробка в частотній області;
- сегментація зображень;
- розпізнавання об'єктів;
- виявлення просвіту судини для оцінювання площі (рис.2, в).

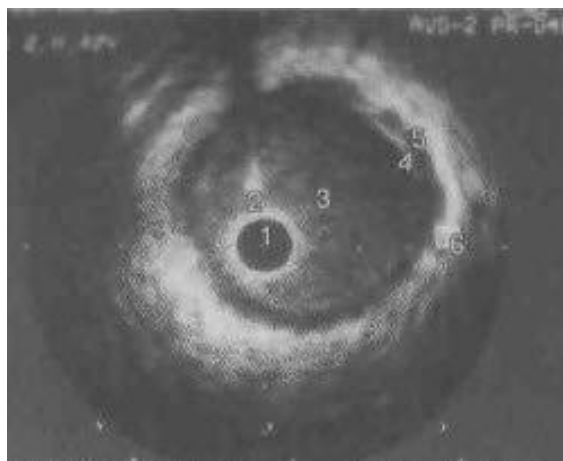


Рисунок 1 – Зображення ВКУЗД ствола лівої коронарної артерії:
1 – внутрішньосудинний ультразвуковий датчик; 2 – акустичний сигнал від коронарного провідника; 3 – просвіт артерії; 4 – інтима; 5 – медія; 6 – адвенція

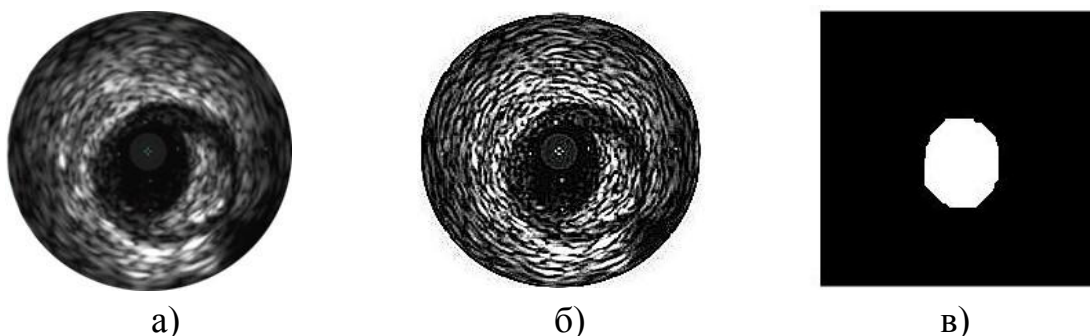


Рисунок 2 – Етапи реалізації алгоритму:
а) початкове зображення судини; б) зображення судини після просторової фільтрації; в) результат виділення просвіту судини для оцінювання діаметру та площі.

Програмну реалізацію алгоритму проведено в середовищі *Matlab* [2].

Аналіз результатів показав, що обробка зображень ВКУЗД є дуже важливим етапом для полегшення діагностування проблем судин. Запропонований алгоритм напівавтоматизованого виявлення просвіту судини з подальшим визначенням діаметру та площі зможе допомогти лікарям в клінічній практиці для оцінювання стану ССЗ і прийняття рішень щодо оперативного лікування.

Список літератури

1. Залесский В.Н. Коронарная томографическая диагностика / В.Н.Залесский, О.Б. Динник. – Киев : 2007. – 275 с.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде Matlab / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М. : Техносфера, 2006. – 616 с.

НОВЫЙ КОМПЬЮТЕРНО-МОДЕЛЬНЫЙ МЕТОД РАЗРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ

Лапта С.С.

*НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002,
lapta@khpі.edu.ua*

Современные направления в клинической медицине, получившие названия доказательная медицина и телемедицина, предполагают объективную диагностику организма человека по численным значениям функциональных параметров его соответствующих физиологических систем. Поэтому в медицине постепенно, но неуклонно происходит процесс перехода от качественных показателей пациента и заболевания, от экспертной субъективной диагностики к объективной диагностике по количественным характеристикам, полученным с помощью медицинских систем.

Идее применения персонифицированной математической модели физиологической системы организма конкретного человека для диагностики ее состояния и подбора на ней режимов терапии уже более полувека. Она состоит в предположении, что путем модельной обработки на ЭВМ традиционных клинических данных, имеющих косвенный интегральный характер, можно провести их пересчет в значения физиологических параметров, имеющих непосредственный диагностический и терапевтический интерес. Для реализации этой идеи надо построить физиологически адекватную математическую модель соответствующих процессов с параметрами, имеющими диагностический смысл, и получить достаточно обширные клинические данные пациента для ее идентификации.

Наиболее подготовленной для воплощения этой идеи по социальной значимости, пониманию физиологии и наличию массовых клинических данных оказалась физиологическая система регуляции углеводного обмена. Нарушения в ее работе приводят к тяжелому эндокринному заболеванию – сахарному диабету (СД). При этом широко распространенная его форма (сахарный диабет 2-го типа – СД2) обладает длительным латентным периодом и нуждается в ранней диагностике. До последнего времени она наиболее достоверно проводится экспертным методом, используя гликемические данные массово проводимого перорального теста толерантности к глюкозе (ПТТГ), которые сами по себе общепризнанно непригодны для диагностики. Сама успешность такой экспертной ранней диагностики СД2 свидетельствует о том, что в принципе возможно и техническое компьютерно-модельное извлечение скрытой диагностической информации из данных ПТТГ.

Однако, реализовать эту идею до последнего времени не удавалось даже для системы регуляции углеводного обмена. Это обусловлено высокими требованиями к математической модели физиологической системы, которую предполагают использовать с диагностической целью. Она долж-

на достаточно многосторонне и продолжительно воспроизводить свойства системы с идентификацией значений ее параметров по клиническим данным. Применение модели для формирования управляющих терапевтических воздействий на пациента дополнительно требует ее достаточную простоту, надёжность и эффективность в работе.

Все предложенные до последнего времени многочисленные модели системы регуляции углеводного обмена не удовлетворяют этим требованиям. Они являются либо примитивными «эмпирическими» моделями (формальными аппроксимациями, интерполяциями и статистической обработкой клинических данных), либо «теоретическими», в той или иной степени страдающими гипотетичностью в описании причинно-следственных отношений в моделируемой системе. С другой стороны, избыточная детализация «теоретических» моделей, неадекватная возможностям методов их параметрической идентификации, сопряженная с известными проблемами сходимости и устойчивости численного решения систем дифференциальных уравнений высокого порядка, повышает необходимый объем вычислений, который трудно провести на современных компьютерах.

Используя структурно-функциональный компартментный подход к математическому моделированию физиологических систем, нам удалось построить оригинальную однокомпарментную минимальную модель системы регуляции углеводного обмена в виде дифференциального уравнения 1-го порядка с запаздывающим аргументом с параметрами, имеющими диагностический смысл [1]. Идею этого подхода, в определенном смысле промежуточного между «эмпирическим» и «теоретическим» подходами, высказал еще Глушков В. М. [2]. Однако впервые он был практически реализован лишь в наших работах. При этом на основе нашей модели и данных ПТТГ пациента был разработан метод ранней диагностики СД₂, внедренный в Институте проблем эндокринной патологии АМН Украины. В настоящее время проводится работа по совершенствованию этой модели и ее применению для разработки режимов инсулинотерапии СД.

Список литературы

1. Лапта С. И. Функционально-структурное математическое моделирование сложных гомеостатических систем: монография / С. И. Лапта, С. С. Лапта, О. И. Соловьева. – Харьков : Изд. ХНЭУ, 2009. – 332 с.
2. Методы математической биологии: учеб. пособие для студентов биол. специальностей вузов: в 8 кн. / редкол.: акад. В. М. Глушков (отв. ред.) [и др.]. – К. : Вища школа, 1980.

ПОРТАТИВНЫЙ БИОИМПЕДАНСОМЕТР ДЛЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО КОМПЛЕКСА

Лосев Н.В., Томашевский Р.С., Чурсина Ю.В.
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002,
romiocat.khpi@gmail.com

Неинвазивное изучение состава тела – сравнительно новая область биологии и медицины, которая выделилась в отдельное направление исследований в начале второй половины XX века [1]. Использование этой области науки позволяет контролировать и останавливать развитие разнообразных патологий на ранней стадии их развития.

Одним из наиболее востребованных и распространенных методов изучения биологических тканей на сегодня является биоимпедансный анализ. Метод основывается на измерении электрического импеданса при подачи малых значений тока нескольких частот на участок тела или весь организм пациента. В мировой практике используется немалое количество биоимпедансометров, но среди них нет достаточно портативных устройств для постоянного мониторинга пациента с возможностью передачи данных на внешние устройства для дальнейшей обработки.

Целью работы является разработка портативного биоимпедансометра для телемедицинского комплекса. Главные критерии: возможности использования автономного электропитания и возможность передачи полученных данных для дальнейшей обработки.

Разрабатываемое устройство базируется на принципе зависимости электрического сопротивления биологической ткани от содержащихся в ней жидкостей [2]. При пропускании через участок тела гармонического тока на участке происходит падение напряжения. Далее, на основе полученных данных, делаются выводы о физическом состоянии пациента. Для разрабатываемого устройства была выбрана классическая четырехэлектродная схема, где для приложения тока (активные) и измерения падения напряжения (измерительные) используются по 2 электрода.

Для обеспечения удобства использования, один активный и один измерительный электроды встроены в корпус, что позволяет уменьшить дистанцию для передачи информации и уменьшить массогабаритные показатели устройства. Также в устройстве присутствует дисплей для удобной подачи необходимой информации, а также несколько функциональных клавиш для взаимодействия с устройством. Портативность обеспечивается встроенными аккумуляторами, которые обеспечивают длительную работу устройства. Передача информации обеспечивается при помощи интерфейса беспроводной передачи информации.

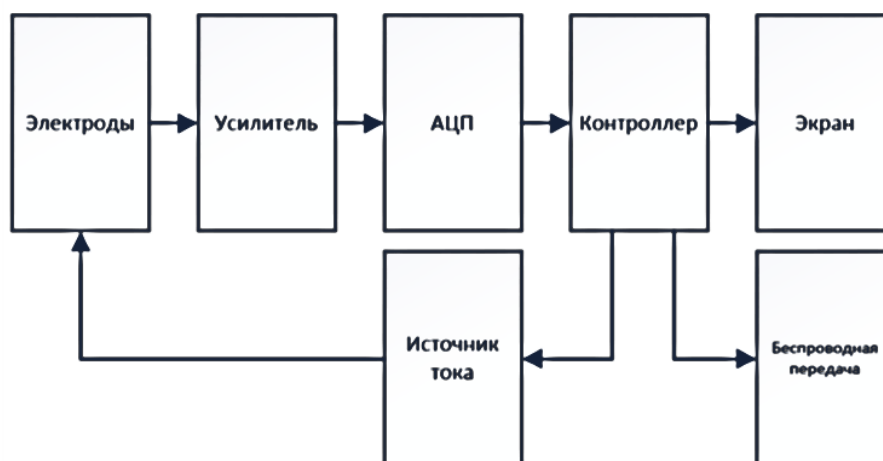


Рисунок 1 – Принципиальная схема работы разрабатываемого биоимпедансометра

Функциональная схема работы разрабатываемого устройства приведена на рисунке 1. Контроллер регулирует ток, генерируемый на источнике тока, который подается на электроды. Измерительные электроды фиксируют значения напряжения и передают их на усилитель, после чего АЦП их преобразовывает. Далее данные из АЦП передаются в контроллер, где происходит дальнейшее вычисление непосредственно биоимпеданса по закону Ома. Обработанные данные в удобном виде выводятся на дисплей и передаются по беспроводной связи.

Предложенный авторами принцип построения прибора позволяет получить удобный в использовании биоимпедансометр малых габаритов с возможностью последующей обработки данных, что подтверждено проведенными лабораторными испытаниями макета устройства. В дальнейшем устройство будет использоваться для измерения биоимпеданса в целях диагностики и научных исследований.

Список литературы

1. Биоимпедансный анализ состава тела человек / Д.В. Николаев, А.В. Смирнов, И.Г. Бобринская, С.Г. Руднев. – Москва : Наука, 2009. – 392 с.
2. Исследовательская группа ESPEN: Ursula G. Kyle, Ingvar Bosaeus, and other. Bioelectrical impedance analysis. Part I: review of principles and methods // Clinical Nutrition. – 2004. – Т. 23. – № 5. – С. 1226–1243.

ВПЛИВ ПОКАЗНИКА ЗАЛОМЛЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ РОЗСІЯНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Маляренко Д.Ю., Безугла Н.В.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
просп. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, dasha_max@ukr.net*

Методи оптичної діагностики та терапії базуються на дослідженні характеристик розсіяного біологічними середовищами (БС) випромінювання, які залежить від їх оптичних властивостей: коефіцієнтів поглинання та розсіювання, фактору анізотропії, а також показника заломлення. Методи визначення коефіцієнтів поглинання та розсіювання, а також фактору анізотропії описуються в роботах [1-4]. Для моделювання процесу розсіювання величину показника заломлення зазвичай обирають з літературних джерел [3].

На показник заломлення впливають такі фактори як оптична неоднорідність, розмір та форма структурних елементів, насичення водою чи киснем, характер розміщення волокон тощо. Крім фізіологічних особливостей впливають також умови проведення експерименту (*in vivo* чи *in vitro*), оскільки в процесі досліджень *in vitro* змінюється, наприклад, ступінь гідратації.

Також, показник заломлення залежить від довжини хвилі та температури. Дані особливості БС ускладнюють практичне застосування методів визначення показника заломлення, що використовуються при дослідженні прозорих та напівпрозорих твердих речовин, рідин і базуються на аналізі кута заломлення, призматичної дисперсії, інтерферометрії тощо.

Перспективними методами, які використовуються для визначення показника заломлення біологічних середовищ можна вважати наступні: метод оптичної когерентної томографії, який успішно застосовується для вимірювання оптичних параметрів крові при додаванні різних агентів, у тому числі глюкози, а також для дослідження м'язових тканин; метод вимірювання часового зсуву надкороткого імпульсу, сформованого групою балістичних фотонів, що пройшли крізь БС, по відношенню до імпульсу, що пройшов до детектора через повітря; методи, які базуються на оптичній рефлектометрії (з використанням оптичного волокна, призми AP-90° або напів-циліндричної лінзи) та інші.

У даній роботі проведено оцінку впливу показника заломлення на просторовий розподіл розсіяного випромінювання. Моделювання здійснювались методом Монте-Карло для зразку м'язів свині з відповідними оптичними властивостями [2] та товщиною 0.76 мм при запуску 20 мільйонів фотонів. Значення показника заломлення змінювалось в діапазоні 1.40 –

1.45 з кроком 0.005. На рисунку 1 показано індикатрисы розсіяння випромінювання при трьох значеннях показника заломлення: 1.40, 1.42 та 1.45 в логарифмічній шкалі.

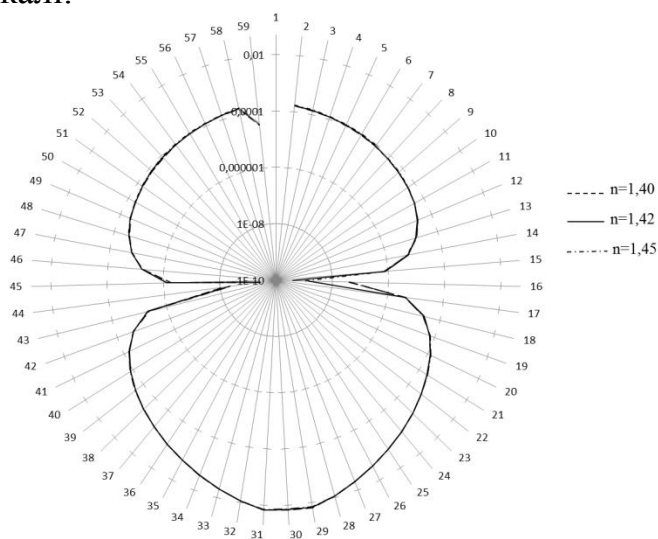


Рисунок 1 – Індикатриса розсіяння випромінювання для трьох значень показника заломлення: 1.40, 1.42 та 1.45

На основі отриманих графіків можна зробити висновок, що відхилення показника заломлення здійснює малопомітний вплив на просторовий розподіл розсіяного БС випромінювання. У подальшому планується оцінити його вплив на просторовий розподіл розсіяного світла при фотометрії еліпсоїдальними рефлекторами [5].

Список літератури

1. Безугла Н.В. Просторова потокова біометрія середовищ еліпсоїдальними рефлекторами / Н.В. Безугла, М.О. Безуглий, Ю.В. Чмир // Електроніка і зв'язок. – 2014. – том 19. – №6 (83). – С. 87–93.
2. Безугла Н.В. Просторова фотометрія біологічних середовищ / Н.В. Безугла, М.О. Безуглий, Г.С. Тимчик, В.А. Шаргородський // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2015.– Т. 30. – №2. – С.40–49.
3. Bashkatov A. N. Optical Properties of Skin and Subcutaneous Tissues: a review / A. N. Bashkatov, E. A. Genina, V. V. Tuchin. // Journal of Innovative Optical Health Sciences. – 2011. – №1. – С. 9–38.
4. Симоненко Г.В. Оптические свойства биологических тканей: учебно – методическое пособие / Г.В.Симоненко, В.В. Тучин.– 2007. – 48с.
5. Безуглий М.О. Метод фотометричного дзеркального еліпсоїда обертання для дослідження шорсткості поверхні / М.О. Безуглий, Д.В. Ботвиновський, В.В. Зубарев, Я.О. Коцур // Методи та прилади контролю якості. – 2011, №27. – С.77–83.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТІЛА ЛЮДИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Мещанінов С.К., Нельга А.Т., Ітякін О.С.
Дніпровський державний технічний університет,
вул. Дніпробудівська 2, м. Кам'янське, Україна, 51918,
e-mail: anelga0@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 задовільняє специфіці умов вимірювання, наприклад, у період епідемій, коли вимагається практично миттєва реалізація цієї процедури. Тому зменшення часу вимірювання температури тіла людини з необхідною точністю є актуальною проблемою, яка стоїть в приладобудуванні медичного напрямку нашої країни.

У данній роботі запропоновано рішення, яке дає відповідь на це питання шляхом активного нагріву термочутливого елементу (ТЧЕ) датчика у момент торкання поверхні шкіри людини, коли під час вимірювання температури через капіляри шкіри різко зростає кровотік [1]. З метою отримання відповідного технічного рішення, що могло б задовільняти викладеним вище умовам, здійснено математичне моделювання процесу вимірювання температури тіла людини з врахуванням біологічного зворотного зв'язку (БЗЗ), завдяки дії якого відбувається швидке охолодження ТЧЕ до температури поверхні шкіри людини і подальше встановлення теплового балансу між чутливим елементом датчика і температурою тіла людини [2].

На рис. 1 зображено структуру імітаційної моделі, що досліджувалася в MATLAB Simulink.

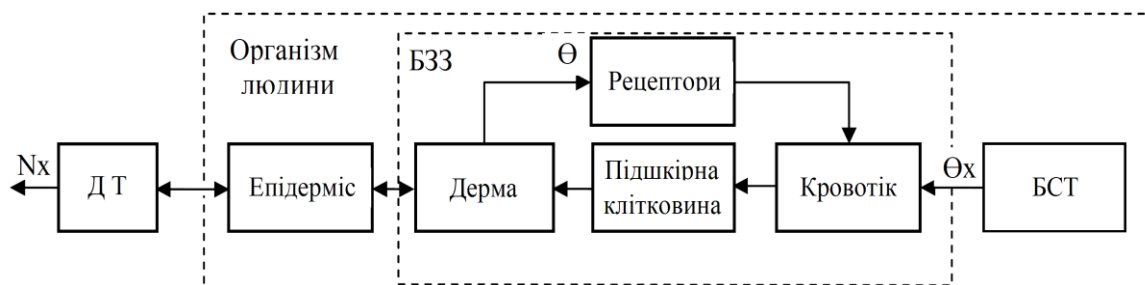


Рисунок 1 – Структура імітаційної моделі теплообміну між БО і ДТ

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 (БСТ), що моделює внутрішні органи, температура яких вважається постійною в часі за рахунок процесу терморегуляції біологічного об'єкту. Запропонований набір елементів структури містить усі основні компоненти, що необхідні для моделювання процесу взаємодії ЧЕ з біологічним об'єктом на фізичному рівні з урахуванням впливу БЗЗ.

На рис. 2 приводиться модель ДТ у режимі вимірення температури поверхні шкіри, де R_d - теплопровідність контакту між ЧЕ і корпусом датчика, що має температуру E_d ; $R_{чЕ}$, $C_{чЕ}$ - теплопровідність і теплоємність ЧЕ; $E_{чЕ}$ - температура ЧЕ датчика у момент торкання; $R_{тк}$ - опір теплового контакту корпусу датчика - ЧЕ; $I(t)$ - кероване джерело струму для нагріву ЧЕ. Ці параметри впливають на процес теплообміну між зовнішнім середовищем і шкірою людини. Стан $F = 1$ ключів Кл1, Кл2, Кл3 - початок процесу вимірювання (момент торкання ЧЕ поверхні шкіри).

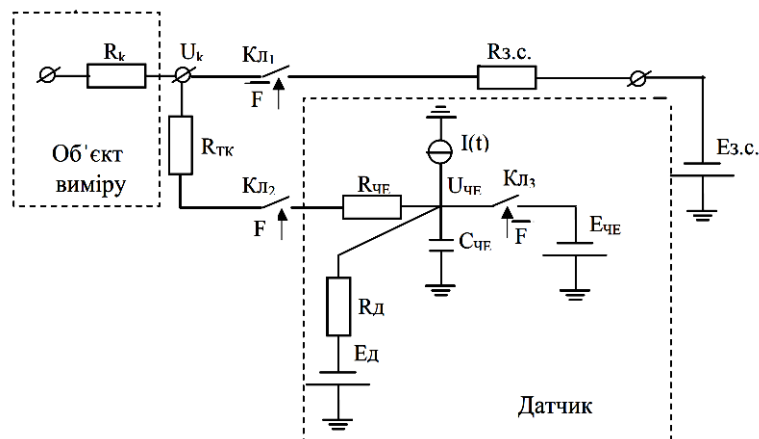


Рисунок 2 – Структура моделі теплових процесів ЧЕ ДТ

Встановлено, що при моделюванні теплових процесів вимірювання температури тіла людини з використанням ефекту БЗЗ і з імітацією датчика - термістора час вимірення температури без втрати точності скоротився з 30 до 10 секунд.

Список літератури

1. Иванов К. П. Физиология терморегуляции / К. П. Иванов, О. П. Минут-Сорохтина, Е. В. Майстрах и др. – Ленинград: Наука, 1984. – 470 с.
2. Чувькин Б. В. Моделирование процесса взаимодействия биологического объекта и средства измерения температуры /Б. В.Чувькин, И. А. Долгова, А.В. Еременко // Инновационные технологии в экономике, информатике, медицине и образовании: сб. тез. докл. IV Межрегион. науч.-практ. конф. – Пенза, 2007. – С. 96–98.

СПОСОБ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ АНОМАЛИЙ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЯХ

Мустецов Т. Н., Кожешкурт В. А.

*Харьковский национальный университет им.В.Н.Каразина,
пл. Свободы 4, г. Харьков, Украина, 61022*

Температура биологической ткани – важнейший показатель жизнедеятельности организма. Количественные характеристики выделения и распределения теплоты широко используются в медицинской диагностике.

Жизнедеятельность организма сопровождается как повышением, так и понижением температуры. Особый интерес вызывает появление областей пониженной температуры. Основные причины понижения [1] локальной температуры: нарушения артериального кровоснабжения; уменьшение микроциркуляции; снижение уровня метаболизма различных органов; дегенеративные процессы с заменой функционально активной ткани на соединительную.

Механизмы образования областей пониженной температуры изучены недостаточно. Температурные аномалии такого характера возможны, если в глубинных слоях тканей находится участок с нарушенным кровообращением и замедленными процессами метаболизма, не сопровождающиеся воспалением.

В докладе предлагается разработанная модель распределения температуры при наличии источника радиуса r_0 с пониженной температурой [2] на глубине a . Для моделирования использованы законы электростатики. Пространственное распределение аномальной температуры T биологической ткани имеет вид:

$$T(x, y, z) = \begin{cases} \frac{\rho_T}{6\kappa_1} \cdot (r_0^2 - r^2) + \frac{r_0^2 \rho_T}{3\kappa_2} \cdot \left(1 + \frac{\kappa_2 - \kappa_3}{\kappa_2 + \kappa_3} \cdot \frac{r_0}{r'}\right), & 0 \leq r \leq r_0 \\ \frac{r_0^3 \rho_T}{3\kappa_2} \left(\frac{1}{r} + \frac{\kappa_2 - \kappa_3}{\kappa_2 + \kappa_3} \cdot \frac{1}{r'}\right), & r \geq r_0 \end{cases} \quad (1)$$

где $r = \sqrt{(x - a)^2 + y^2 + z^2}$, $r' = \sqrt{(x + a)^2 + y^2 + z^2}$, ρ_T – удельное тепловыделение здоровой ткани; κ_1 , κ_2 и κ_3 – это коэффициенты теплопроводности соответственно пораженного участка, здоровой ткани и окружающего воздуха.

Любое вещество, имеющее ненулевую температуру, излучает электромагнитные волны. Излучение от любой точки, расположенной на глубине x , пропорционально температуре. Распространяясь внутри слоя ткани толщиной x , излучение экспоненциально затухает. Получено выражение для интегральной шумовой температуры:

$$T_{\text{ш}} = \frac{1}{l} \int_0^\infty T(x) e^{-\frac{x}{l}} dx \quad (2)$$

Существует проблема одновременного определения размера температурной аномалии (в данной модели определяющего также ее температуру) и глубины ее залегания. Расчеты показывают, что при увеличении радиуса аномалии в 2 раза и глубины ее залегания в 8 раз (рис.) шумовая температура не изменится.

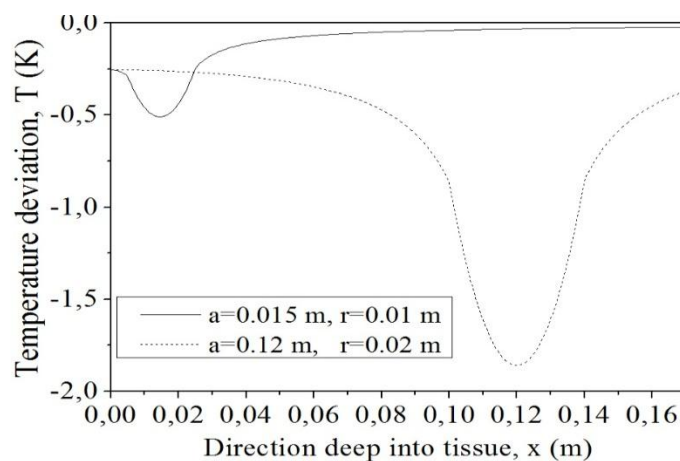


Рисунок 1 – Распределение изменения температуры в биологической ткани при заданных размерах и глубинах залегания температурных аномалий.

Показано, что для определения глубины залегания источника температурной аномалии может быть использован метод двухчастотной радиотермометрии, обеспечивающий определение глубины залегания температурной аномалии с погрешностью 2,9-5,8 % на глубинах до 15 см [2].

Локализация источника тепла в плоскости (y , z) возможна при использовании антенн с фокусировкой. Исследование параметров фокусировки [3] показывает, что фокусировка возможна в направлении вдоль апертуры антенны, в плоскости (y , z). В направлении, перпендикулярном апертуре, фокусировка невозможна. Эту задачу, как показано в докладе, можно решить применением двухчастотной радиотермометрии.

Список литературы

1. Потехина Ю. П. Причины изменения локальной температуры тела / Ю. П. Потехина, М. В. Голованова // Медицинский альманах. – 2010. – Т. 2, апрель – С. 297–298.
2. Katrych V. Improvement of the model of temperature distribution and registration of native radiation of biological objects / V. Katrych, M. Mustetsov, V. Kozheshkurt // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – № 4/5 (88). – Р. 10–16.
3. Седельников Ю. Е. Сфокусированные антенны в задачах медицинской радиотермометрии / Ю. Е. Седельников, О. В. Потапова // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2014. – вып. 2. – С. 1–12.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ХРАПА

Мустецов Т.М., Мустецова Е.В.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
пр. Науки 14, г. Харьков, Украина, 61166*

Храп (синдром обструктивного апноэ сна - СОАС) приводит к периодическим спаданиям верхних дыхательных путей на уровне глотки и прекращением легочной вентиляции. При этом сохраняются дыхательные усилия снижается уровень кислорода крови, происходит фрагментация сна и, как следствие, дневная сонливость [1]. При тяжелых формах СОАС происходит хроническое кислородное голодание организма, что существенно увеличивает риск развития гипертонии, аритмии, инфаркта миокарда, инсульта. СОАС значительно утяжеляет течение заболеваний сердца и легких [1]. При тяжелой форме СОАС отсутствуют глубокие стадии сна, развивается нарушение продукции гормона роста и тестостерона, пики секреции которых отмечаются во сне. [1]. При своевременном лечении последствия СОАС быть устранены. В то время как тяжёлые и запущенные стадии приводят требуют не только устранения СОАС, но и безотлагательного лечения сопутствующих заболеваний. В крайних случаях, без должного внимания к храпу, возможны отказы систем организма и внезапная смерть человека, в том числе во сне.

К сожалению, не существует единого метода лечения или устранения как простого (неосложнённого) храпа, так и СОАС и его последствий. В настоящее время существует несколько консервативных методов устранения рисков, связанных с СОАС. К сожалению, большинство из них неудобны в использовании имеют неустраняемые недостатки. При использовании таких средств человеком, страдающим СОАС, резко снижается уровень комфорта его повседневной жизни, в частности сна. Те же, приборы, которые избавлены от недостатков эргономики уступают в функциональности и эффективности. Это обусловлено тем, что причиной храпа могут быть разные анатомические и физиологические факторы. Правильное лечение должно быть основано на выяснении причины храпения в каждом конкретном случае.

В докладе приведены результаты построению модели верхних дыхательных путей (ВДП). При построении модели учитывается, что дыхательные пути человека можно представить в виде многозвенного трубопровода, как следует из результатов рентгеновской томографии. Задачу анализа прохождения воздуха по ВДП можно разбить на несколько подзадач (нахождения величины провисания стенки трубопровода под действием силы тяжести, нахождения величины статического прогиба под действием квазистатического давления, определение статического изменения просвета воздушного пути, определение динамической

деформации стенки под действием пульсаций давления и т.д.).

В работе выполнена одна из подзадач - оценка статического прогиба корня языка под действием распределенной силы, и рассчитан вклад пульсаций давления, вызванных колебанием стенки, в расход воздуха.

Пространственное распределение давления и изменение скорости воздушной струи в каждой точке воздушного тракта определяются следующими факторами: размерами, формой механическими показателями стенок воздуховода; характером процесса дыхания. Этими факторами будут определяться также параметры генерируемых звуковых колебаний, возникающих при вдыхании воздуха также. Изменение просвета воздуховода на участке корня языка считают наиболее опасным морфологическим изменением. Это может приводить как к образованию звука во время сна, так и стать причиной коллапса. Образование звука может происходить также при гипертрофии глоточной и небных миндалин и гиперплазии мягкого неба. Трахея, бронхи и альвеолы [2] также вносят свой вклад в процесс образования звука.

В первом приближении рассмотрим статическую деформацию стенки воздушного пути под действием силы тяжести в районе корня языка. Язык можно рассматривать как толстую прямоугольную пластину, с защемленным концом. Для определения прогиба под действием квазистатического давления используем данные, представленным в [1].

$$f(h) = \frac{4q(h)a^4}{\pi^5 D} \cdot \sum_{m=1,3,5,\dots} \frac{1}{m^5} \left(1 - \frac{\alpha_m th(\alpha_m)}{2ch(\alpha_m)} ch\left(\frac{2\alpha_m y}{b}\right) + \frac{\alpha_m}{2ch(\alpha_m)} \frac{2y}{b} sh\left(\frac{2\alpha_m y}{b}\right) \right) \sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right)$$

$$\alpha_m = \frac{\pi mb}{2a}, \quad f'(h) = f(h) \left(1 + \left(\frac{h}{2b} \right)^2 \right), \quad \alpha=0,75,$$

где $f(h)$ – стрела прогиба тонкой пластинки; $f'(h)$ – стрела прогиба толстой пластины; D – цилиндрическая жесткость; a, b, h – размеры пластины; α – отношение длины пластинки к ширине; $q(h)$ – внешняя поперечная нагрузка.

В результате расчетов было показано, что характер течения воздуха чувствителен к изменению просвета воздуховода. Это изменение может приводить к генерации звука за счет нелинейности скорости, давления от стрелы прогиба пластины.

Список литературы

1. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник. М.: Машиностроение, 1968. – Т.3. – 567с.
2. Коренбаум В. И. Акустические эффекты в системе дыхания человека при форсированном выдохе / В. И. Коренбаум, Ю. В. Кулаков, А. А. Тагильцев // Акустический журнал. – 1997. – Т. 13. – №1. – С. 78-86.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МЕДИЦИНЕ

Наконечный И.М.¹⁾, Тымкович М.Ю.,¹⁾ Дуденко В.Г.²⁾

**¹⁾Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
61166, Харьков, пр. Науки 14, каф. биомедицинской инженерии,
тел. (057) 702-13-64, E-mail: ihor.nakonechnyi@nure.ua;**

**²⁾ Харьковский национальный медицинский университет,
61022, Харьков, ул. Тринклера 6,
каф. оперативной хирургии и топографической анатомии,
тел. (057) 705-20-63, E-mail: vgd2008@ukr.net**

Являясь частью клинической медицины, современная хирургия развивается как крупная комплексная наука, использующая достижения биологии, физиологии, иммунологии, биохимии, математики, кибернетики, физики, химии, электроники и других отраслей науки. На сегодняшний день хирургия представляет собой сложную многогранную область медицины, играющую важную роль в борьбе за здоровье, трудоспособность и жизнь человека.

Прогресс современной медицинской науки неразрывно связан с научно-технической революцией, которая оказала огромное влияние на основные направления медицины. Классический способ выполнения операций до сих пор не утратил своего значения, но все чаще хирург работает не непосредственно с хирургическими инструментами и принадлежностями, а управляет ими через специализированный манипулятор.

Не смотря на научно-технический прогресс и его интеграцию в медицинский практику, результат хирургической операции в большей степени зависит от накопленного оперирующим врачом опыта. Хирургические стажировки необходимы для достижения оперативной компетентности в течение ограниченного периода клинического воздействия по сравнению с предыдущими поколениями. Ограниченное хирургической практики усугубляется увеличением рабочей нагрузки хирурга-инструктора, этическими и юридическими проблемами в отношении безопасности пациентов и финансовыми последствиями, связанными с ускорением процесса обучения. Одним из подходов, позволяющий обойти данные ограничения, является использование технологии виртуальной реальности.

Применение моделирования виртуальной реальности (Virtual Reality – VR) в хирургическом обучении было впервые предложено в 1993 году, чтобы обеспечить воспроизводимые, согласованные модели, которые допускают неограниченную практику с использованием стандартизированной анатомии [1]. Было показано, что хирургические

задачи с помощью повторяющихся, профилированных сеансов улучшают обнаружение и анализ хирургической ошибки.

В последнее десятилетие было разработано несколько симуляторов VR, которые обеспечивают высокую точность воспроизведения различных операций в отоларингологии. Трехмерная проекция, бимануальное взаимодействие и тактильная (сенсорная) обратная связь – все это функции, призванные улучшить опыт пользователя. Тем не менее, VR-моделирование еще предстоит включить в повседневное обучение специалистов в области отоларингологии [2].

В настоящее время разрабатываются реальные хирургические или клинические имитационные модели, особенно в развитых странах, на основе анатомических изображений реальных пациентов (компьютерная томография и магнитно-резонансная томография). Эти модели, основанные на реальных пациентах, могут предоставить возможности для прогнозирования процедур, которые будут выполняться у этих пациентов, помогая минимизировать возможные риски и осложнения.

Аппаратная реализация технологии виртуальной реальности является комплексом виртуальной реальности, который передает человеку информацию о виртуальной среде через органы чувств. Визуализация происходит при помощи шлема или очков виртуальной реальности. Использование многоканальной акустической системы позволяет производить локализацию источника звука, что позволяет пользователю ориентироваться в виртуальном пространстве с помощью слуха. Управления и имитация ощущений производится через манипуляторы с обратной связью.

Исходя из выше изложенного, нами была поставлена задача по разработке системы виртуальной реальности применительно к оториноларингологии. Решение задачи включает обоснование параметров шлема виртуальной реальности, создание специализированных манипуляторов, разработка программного обеспечения, а именно виртуальную среду и сопряжение ее с манипуляторами. Таким образом, следующим этапом работы является проектирование системы виртуальной реальности и её основных составных блоков.

Перспективой работы является включение разрабатываемой системы в качестве стандартного метода обучения хирургов оториноларингологов, а также при оценке их профессиональных навыков.

Список литературы

1. Satava R.M. Virtual reality surgical simulator / R.M. Satava // The first steps. Surg Endosc – 1993. – pp. 203-205.
2. Aggarwal R. Training and simulation for patient safety / R. Aggarwal, O.T. Mytton, M. Derbrew // Qual Saf Health Care – 2010. – pp. 34-43.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ХРОМОСОМ ЧЕЛОВЕКА

Новыйдарский Д.Ю., Поворознюк А.И.
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичова 2, г. Харьков, Украина, 61002,
dmitry.novdar@gmail.com

Актуальность. На современном этапе наблюдается внедрение информационных технологий, в частности, в медицину. При этом, кроме общих задач информатизации, происходит автоматизация некоторых видов врачебной деятельности с помощью создания специализированных медицинских систем поддержки принятия решения. Актуальность данной задачи четко прослеживается в такой прикладной области как генетика. Для выявления риска появления генетических заболеваний существуют методы оценки распределения количества хромосом человека по группам. Традиционно этот процесс выполняется вручную квалифицированным врачом-генетиком при анализе снимков, сделанных с помощью электронного микроскопа. Поэтому создание системы автоматизированного распределения хромосом человека по группам с целью повышения достоверности результата и сокращения времени является актуальным.

Цель работы – разработка математической модели, выделение информативных признаков и кластеризация хромосом, а также разработка программного обеспечения (ПО) системы.

Для реализации поставленной цели выполняются следующие действия. Преобразование снимков с электронного микроскопа в нужный формат для дальнейшей работы с ними. Выполняется общая фильтрация (фильтром Гаусса) и сегментация фрагмента (оператором Кэнни) [1].

Формируется множество информативных признаков $X = \{x_1, x_2\}$, где: x_1 – высота хромосомы, x_2 – ширина хромосомы. Заданы классы хромосом $\Omega = \{\Omega_1, \dots, \Omega_7\}$. Параметры каждого класса представлены в табл. 1.

Выполняется кластеризация по этим признакам, результаты которой показаны на рис. 1.

Подсчитывается общее количество хромосом, а также определяется к какой из категорий отнести ту или иную хромосому.

В разработке программного обеспечения использовался язык программирования Python, графический фреймворк PyQt, расширение Py2exe и библиотека компьютерного зрения OpenCV.

Вывод. Разработана математическая модель и её программная реализация. Результаты работы протестированы на реальных снимках, что

Таблица 1

Денверская международная классификация хромосом человека

Класс, Ω	Группа	Номер	Размер, мкм	Характеристика
Ω_1	A	1–3	11–8,3	1 и 3 – метацентричные, большие, 2 – субметацентричная
Ω_2	B	4–5	7,7	Большие, субметацентричные
Ω_3	C	6–12, X	7,2 – 5,7	Средние, субметацентричные
Ω_4	D	13–15	4,2	Средние, акроцентричные
Ω_5	E	16–18	3,6 – 3,2	Мелкие субметацентричные, 18 – акроцентричные
Ω_6	F	19–20	2,2 – 2,8	Самые мелкие, метацентричные
Ω_7	G	21–22, Y	2,3	Самые мелкие, акроцентричные

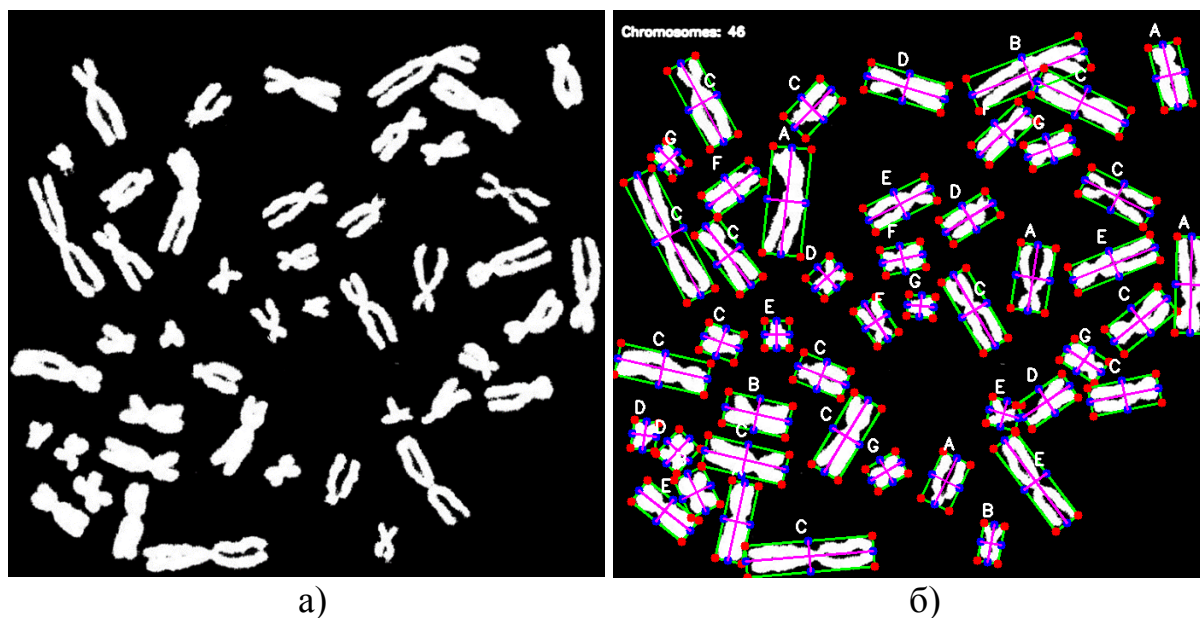


Рисунок 1 – Результаты кластеризации
а – входное изображение, б – изображение после кластеризации и классификации.

подтверждает корректность математической модели и работоспособность ПО. В качестве перспективы выступает улучшение математической модели за счет детализации формального описания признаков.

Список литературы

1. Бойко Д.А. 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.

ОСОБЕННОСТИ АЭРОДИНАМИКИ ОБОНЯТЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

Носова Я.В., Аврунин О.Г.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
пр. Науки 14, г. Харьков, Украина, 61166, e-mail: nyav007@gmail.com*

Исследование обонятельного анализатора не только позволяет выявлять на ранних стадиях различные заболевания, но являться инструментом для оценки эффективности ринохирургического вмешательства, также полноценное восприятие запахов влияет на качество жизни человека. При нарушениях обоняния становится невозможным выполнение пахучими веществами сигнальных функций: пищевой, половой, охранительной, ориентировочной. При этом значительно снижается качество жизни, увеличивается уровень риска при использовании бытовых газовых приборов [1].

Актуальными являются задачи, связанные с прогнозированием и оценкой функциональных результатов эндоназального оперативного вмешательства, которыми в случае респираторно-обонятельных нарушений, являются условие прохождения воздуха через верхний носовой ход и восстановление обонятельной чувствительности.

Важной характеристикой при этом является распределение скоростей потока воздуха по сечениям носовой полости. Учитывая, согласно уравнению неразрывности, постоянство расхода воздуха Q_i в каждом i -м сечении $Q_i = const$.

Для ламинарного режима в сечении с радиусом a получим параболическую зависимость скоростей W от расстояния от центра r

$$W = \frac{a^2 \Delta p}{4\mu l} \left(1 - \frac{r^2}{a^2} \right),$$

где Δp – постоянное вдоль носового хода падение (перепад) давления на произвольно выбранном участке длиной l , $\mu = \nu \cdot \rho = 1,81 \cdot 10^{-5}$ Па·с – коэффициент динамической вязкости воздуха [2-3].

Причем, на оси канала (при $r=0$) максимальная скорость W_0 будет равна удвоенной средней скорости W_{cp}

$$W_0 = \frac{a^2 \Delta p}{4\mu l} = 2W_{cp}.$$

Таким образом, окончательно получаем расчетную формулу для скорости потока воздуха в i -м сечении носовой полости в ламинарном режиме:

$$W = 2W_{cp} \left(1 - \frac{r^2}{a^2} \right).$$

Учитывая сложную пространственную конфигурацию носовой полости, расчет действующих значений скоростей в сечениях носового канала проводился следующим образом:

– для каждой j – й точки i – го сечения носового хода рассчитывался радиус $r_{j,i}^*$ – расстояние от данной точки до ближайшей стенки как параметр максимальной восьмисвязной прямоугольной окрестности, в которой ни один элемент не принадлежит стенке ($r_{j,i}^* \equiv r$);

– определялся максимальный радиус $r_{\max_i}^* = \max(r_{j,i}^*)$ для каждого i – го сечения носового хода, которому должна соответствовать максимальная скорость потока воздуха в данном сечении ($r_{\max_i}^* \equiv a$);

– определялась средняя скорость W_{cpi} в i –м сечении носовой полости по данным риноманометрии исходя из формулы

$$W_{cpi} = \frac{Q}{S_i},$$

где Q – расход воздуха, получаемый по данным риноманометрии, или исходя из физиологических предпосылок, S_i – площадь i – го поперечного сечения носовой полости.

Таким образом, прохождение воздуха через верхний носовой ход обеспечивает подачу молекул одоривектора к чувствительным участкам обонятельного анализатора. Исследование характеристик воздушного потока в верхнем носовом ходе позволяет определить границы пристеночного ламинарного подслоя воздуха и изучить назальную аэродинамику на микроуровне.

Список литературы

1. Лопатин А.С. Современные методы исследования обонятельного анализатора. Динамика функции обоняния у пациентов с полипозным риносинуситом / А.С. Лопатин // Актуальные проблемы клинической оториноларингологии. – 2014. – С. 55-59.
2. Гусев А. А. Основы гидравлики: учебник для СПО / А. А. Гусев. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 285 с. – (Серия: Профессиональное образование). – ISBN 978-5-9916-6198-0.
3. Чижиумов С. Д. Основы гидродинамики: учеб. пособие / С. Д. Чижиумов. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2007. – 106 с. ISBN 978-5-7765-0516-4

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БІОМЕДИЧНОЇ АПАРАТУРИ

Павлов С. В., Кривоносов В. Є., Злепко С. М., Барановський Д. М.
*Вінницький національний технічний університет,
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна,
E-mail: bdn993@gmail.com*

Сучасні експертні системи представляють собою спеціалізовані засоби обчислювальної техніки. Важко уявити їх ефективне застосування в реальній професійній діяльності, оскільки перед будь-яким професіоналом майже одночасно виникають найрізноманітніші практичні завдання. Тому ефективну експертну систему можна представити як багатoproфільну, яка вирішує, в тісному взаємозв'язку з людиною, різноманітні практичні завдання. Вимогу багатoproфільності можуть задовольнити тільки експертні системи, які мають однакові бази знань і включені до потужної мережі баз практичних знань (регіональної, національної тощо). Створення, підтримка і розвиток численних спеціалізованих баз знань є досить дорогим і трудомістким процесом [1].

Бази знань повинні бути спеціалізованими. Перший рівень такої спеціалізації визначається двома очевидно різними їх призначеннями, перше з яких полягає в розумінні надходження в машину інформації; а друге - у виконанні на підставі результату осмислення чергового кроку дії. Перетворення вхідної (сигнальної) інформації в смислову здійснюється на підставі стандартних, єдиних для всієї множини квантів сенсу, які називають поняттями. Таким чином, сукупність ознак понять, їх питомих вагових значень у виборі конкретних понять, а також самих понять утворюють основну базу знань, яка і здійснює смислову переробку вхідної інформації відповідно до формульної залежності [1].

$$P_{q_1, q_2, \dots, q_k}(y) = \frac{P_{q_1, q_2, \dots, q_{k-1}}(y) \square P_{y_{q_1, q_2, \dots, q_{k-1}}}(y)(q_k)}{\sum_y P_{q_1, q_2, \dots, q_{k-1}}(y) \square P_{y_{q_1, q_2, \dots, q_{k-1}}}(y)(q_k)}$$

де: y – сукупність понять; $q_1 \dots q_k$ – ознаки; $P_y(q)$ – значення, що визначають вагу ознаки q у виборі поняття y .

На рис. 1 зображена узагальнена (концептуальна) схема експертної системи. За змістом вона може бути віднесена до регіональної інформаційної мережі. За запитом користувача – до мережі забезпечення системи знаннями спеціального характеру. Такий підхід дозволяє знизити вимоги до обсягів і розмірів пам'яті експертної системи і значно зменшити вартість інформаційного забезпечення.



Рисунок 1 – узагальнена (концептуальна) схема експертної системи

Інтелектуальний діагностичний процес виявлення несправностей медичної апаратури представляє послідовний логічний пошук несправної частини за відповідними правилами, алгоритмами і критеріями. Завдання пошуку несправної частини фахівець вирішує на підставі перевірки виконання нею певних функцій за допомогою спеціальних контрольних тестів. Результат виконання кожного тесту несе тільки часткову інформацію про місцезнаходження і локалізацію несправної частини, а вся інтелектуальна задача діагностики несправностей складається з великого числа кроків поступового уточнення місця розташування несправності.

Список літератури

1. Кожарский Л. А. Экспертные системы – интеллектуальное ядро ЭВМ пятого поколения / Л. А. Кожарский/ – М. : Знание, 1984. – 64с.

3D ПРОТОТИПИРОВАНИЕ СПЛИНТ-СИСТЕМЫ ПОСЛЕ СЕПТОПЛАСТИКИ

Перепелица А.Н., Калашник Ю.М., Аврунин О.Г.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
каф. Биомедицинской инженерии,
пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166,
тел. (057) 702-13-06
e-mail: oleksii.perepelytsia@nure.ua

Нос выполняет ряд важных физиологических функций, таких как дыхательную, обонятельную, резонаторную и защитную. Дугообразный путь, сложный рельеф и узость внутриносовых ходов создают значительное сопротивление при прохождении потока воздуха на слизистую оболочку носа и участвуют в возбуждении дыхательного рефлекса. Полость носа оказывает также многообразное и сложное нервно-рефлекторное влияние почти на все функции организма.

Девиация носовой перегородки – стойкое отклонение от срединной плоскости костных или хрящевых структур носовой перегородки. Оперативное вмешательство в ринологию, целью которого является устранение искривления носовой перегородки – септопластика, она направлена на восстановление или улучшение носового дыхания.

После проведения хирургического вмешательства по коррекции перегородки носа в срединное положение с последующим удалением обструкции носовых ходов и восстановлением физиологического прохождения воздуха используют сплинты. Интраназальные сплинты представляют собой силиконовые пластины в форме неправильного семиугольника с закругленными гранями и специальным отделом-трубкой для вентиляции полости носа.

В послеоперационном течении они выполняют важную функцию - фиксируют перегородку носа строго по средней линии и придают ей дополнительную опору, что помогает избегать вторичного смещения перегородки носа и тампонирувания полости носа. Также, они могут помогать при остановке кровотечения в месте проведения оперативного вмешательства, не затрудняя функцию носового дыхания. В конце реабилитационно-восстановительного периода удаление их безболезненно.

Используется унифицированная форма и размер шины для пациентов взрослого возраста (от 14 лет и старше). При установке шины в полость носа она перекрывает наиболее значимые анатомические зоны внутри носа.

Однако, даже унифицированные интраназальные сплинты не учитывают индивидуальные особенности архитектоники полости носа, из-

за чего возникает ряд осложнений при повышенном сопротивлении на нервнорефлекторные зоны полости носа.

Данные недостатки можно устранить при использовании сплинтов, напечатанных на 3D-принтере с учетом оценки геометрических параметров воздухоносных путей и использованием специальных биомедицинских инертных материалов или мягкого силикона.

После оценки геометрических параметров можно производить сплинты разной модификации с учетом характеристики формы носа. Они могут быть разных размеров и формы, для этого используется программное обеспечение, предназначенное для 3D моделирования объектов.

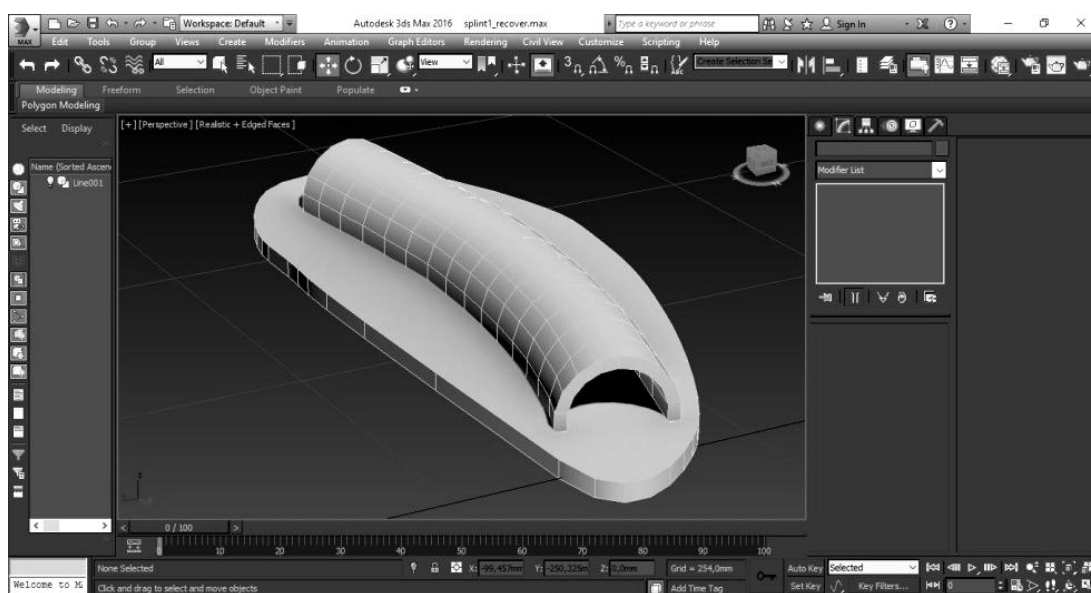


Рисунок 1 – Окно программы с результатом 3D моделирования

Таким образом, ряд преимуществ разных модификаций интраназальных сплинтов позволит значительно облегчить реабилитационный период для пациента. Уменьшит количество первичных и отдаленных осложнений, а также за счет уменьшения давления на рефлекторнозависимые зоны полости носа облегчит общее соматическое состояние больного, уменьшит риск возникновения нарушений со стороны нервно-психической деятельности и наиболее часто возникающего страха от проведения оперативного вмешательства с последующим длительным реабилитационным периодом. И поможет больному вернуться к нормальному и естественному физиологическому дыханию.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛІКУВАЛЬНОГО ВПЛИВУ ФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНОГО АПАРАТУ МІКРОХВИЛЬНОЇ РЕЗОНАНСНОЇ ТЕРАПІЇ

Плакса Д.В., Терещенко М.Ф., Матвієнко С.М.

Національний технічний університет України

«Київський Політехнічний Інститут імені І. Сікорського»,

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056, placsad@gmail.com

Одним із основних завдань сучасної медицини є пошук засобів лікування, який має мінімальну кількість протипоказань та побічних ефектів та достатньо широку область клінічного використання. До таких засобів відносять фізіотерапевтичні апарати різного призначення[1]. Перспективним напрямком досліджень є розробка та вдосконалення апаратів, що базуються на низькоінтенсивній стимуляції електромагнітним випромінюванням міліметрового діапазону.

Мікрохвильова резонансна терапія (МРТ) – метод немедикаментозного лікування через нетепловий вплив електромагнітного випромінювання надвисокої частоти у міліметровому діапазоні на біологічно активні точки, рефлексогенні зони організму людини згідно акупунктурної картографії.

Перед процедурою для апаратів МРТ встановлюють терапевтичну частоту, зону впливу, час процедури, їх кількість, оптимальну терапевтичну дозу, частоту модуляції.

Терапевтична частота обирається із найбільш поширених при відповідних захворюваннях чи патологіях, але уточнюється під час впливу індивідуально. Згідно даним клінічних досліджень найбільший лікувальний ефект досягається в діапазоні частот 52-78 ГГц. Зона впливу визначається після постановки діагнозу за допомогою пошукових електричних апаратів. Час процедури має тривати від 10-15 до 40-50 хв, але враховуючи, що одна зона має опромінюватись не більше 10-15 хв. Кількість процедур у середньому дорівнює від 7 до 14. Значення оптимальної терапевтичної дози визначається за формулою:

$$D=kP\alpha/(\gamma\eta S),$$

де D – оптимальна терапевтична доза, k – коефіцієнт поглинання середовища розповсюдження випромінювання, P – потужність падаючого випромінювання, t – час опромінення, α – коефіцієнт модуляції, γ – індивідуальна біологічна чутливість, η – ступінь ураження хворої ділянки, S – площа зони впливу. Частота модуляції визначається згідно частоти ритмічних процесів, що відбуваються у організмі людини.

Для аналізу параметрів КВЧ та молекулярних спектрів біологічних середовищ застосовується принцип оцінки – схема, визначення якої, зображено на рис.1, яка базується на використанні моделі Менлі-Роу, де T_1

- дія температури на біологічне середовище, f_c – вимірювана частота, f_n – частота прийому радіометра, $f_n(t)$ – поле частот в часі, f_a, f_b – лікувальні частоти, T_0 – температура довкілля, T_{10} – виміряне значення температури, E – напруженість електричного поля, B – магнітна індукція, 1 – приймально-передавальна антена, 2 – суматор високочастотних сигналів (ВЧ), 3 – генератор молекулярних спектрів метаболітів, 4 – ВЧ-радіометр, 5 – камера, екранована від зовнішніх електромагнітних випромінювань [2].

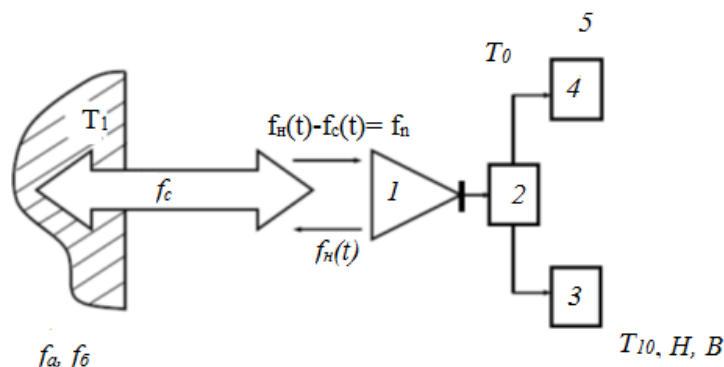


Рисунок 1 – Загальна схема принципу оцінки з аналізом дії при МРТ

Але крім правильного підбору вищевказаних параметрів для досягнення максимального лікувального ефекту використовують поєднання МРТ з іншими методами. Так, відомо, що поєднання МРТ з медикаментозним лікуванням показує позитивні результати – це і зменшення доз ліків, і швидше одужання [3]. Одночасний вплив поліфакторним фізіотерапевтичним апаратом з випромінюванням міліметрового діапазону в комплексі з одночасною діагностикою показують суттєво кращий результат. Перспективним напрямком є розробка апарату з точним виміром параметрів впливу випромінювання МРТ та електростимуляцію біологічних тканин.

Список літератури

1. Терещенко М.Ф. Багатофункціональні фізіотерапевтичні апарати комплексної дії / М.Ф Терещенко, З.В. Кулик // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2010. – Вип.40. – С.159–165.
2. Матвієнко С.М. Математическая модель взаимодействия источников излучения КВЧ-диапазона с биологическими средами / С.М. Матвієнко // Актуальні питання біологічної фізики та хімії. БФФХ – 2011: матеріали VII міжнародної науково-технічної конференції, Севастополь 26-30 квітня 2011р. – с.130–132.
3. Цапенко В.В. Дослідження залежності глибини проникнення препаратів у біологічну тканину від частоти і часу впливу при імпульсному електрофорезу/ В. В Цапенко, М.Ф Терещенко, М.В Чухраєв // Міжнародний науковий журнал Інтернаука. – 2017. – С.60–66.

МАЛОШУМЛЯЩИЙ ПІДСИЛЮВАЧ ДЛЯ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ КЛІТИННИХ СТРУКТУР

Томашевский Р.С.¹⁾, Слободчук А.Ю.²⁾

¹⁾ *НТУ «ХПІ», кафедра промислової та біомедичної електроніки,
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002, romiosat.khpi@gmail.com*

²⁾ *НТУ «ХПІ», кафедра комп'ютерних та радіоелектронних
систем контролю та діагностики,
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002, antonslobodchuk@gmail.com*

Актуальність. Групою дослідників (В.В. Бойко, П.Н. Замятин та ін.) [1,2] було виявлено п'єзосинтетичний ефект у біологічних тканинах. Даний ефект полягає у виникненні потенціалів в досліджуваному об'єкті (біологічна клітка, ділянка тканини) при зміні прикладеного до нього навантаження. П'єзоелектричні ефекти в біологічних тканинах, розглядаються на клітинному рівні, дозволяють прогнозувати окислювально-відновні процеси в живих клітинах за рахунок отримання принципово нової інформації про якісних і кількісних енергетичних змінах у рідкокристалічних клітинних структурах та плазмі.

Для подальшого вивчення даного ефекту та визначення його діагностичних можливостей кафедрою промислової та біомедичної електроніки була розроблена і реалізована система реєстрації викликаних потенціалів у рідких біологічних середовищах.

Однак, розроблена система мала деякі недоліки, а саме – підсилювач сигналів був дуже чутливий до промислово наводки частотою 50 Гц. Приклад осцилограми отриманого сигналу з наводкою 50 Гц наведено на рисунку 1.

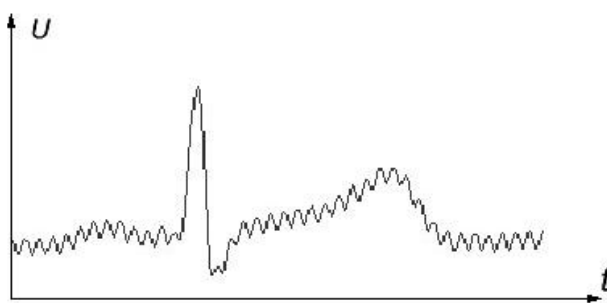


Рисунок 1 – Отриманий сигнал з наводкою 50 Гц

Тому було вирішено переробити підсилювач сигналів на малошумлящий підсилювач (МШП) у складі якого є режекторний фільтр на частоту 50 Гц, що підвищує відношення сигнал/шум. Структурна схема аналогової частини МШП показана на рисунку 2. На данній структурній схемі можна побачити попередній підсилювач з коефіцієнтом підсилення 10, режекторний фільтр 50 Гц з коефіцієнтом підсилення 1 для всієї

полоси частот окремі полоси 49..51 Гц (центральна частота 50 Гц), та кінцевий підсилювач з коефіцієнтом підсилення 100. Загальний коефіцієнт підсилення розробленого МШП дорівнює 1000. Далі підсилений сигнал подається на блок АЦП та отримані дані обробляються спеціальним ПЗ на ПК.

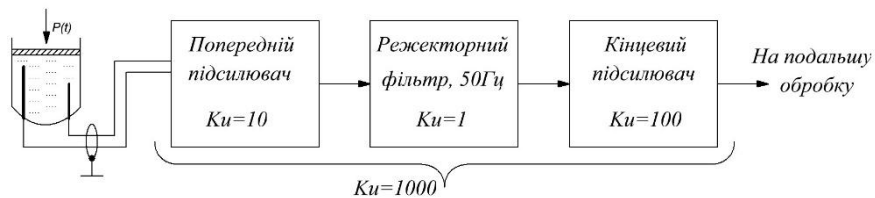


Рисунок 2 – Структурна схема аналогової частини МШП

Загальний вид розробленого МШП представлено на рисунку 3.

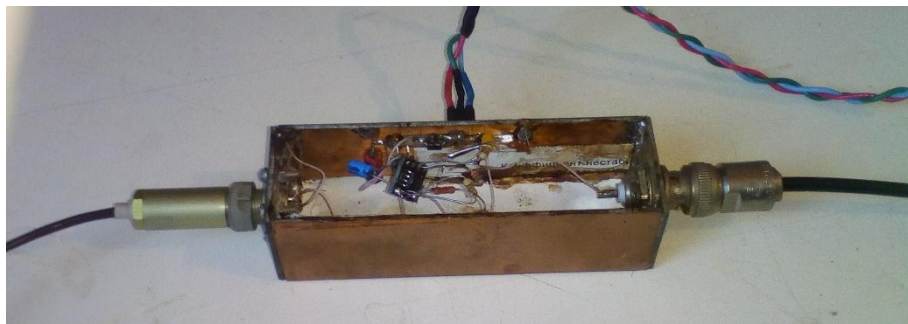


Рисунок 3 – Загальний вид розробленого МШП

Таким чином вдалося позбутися паразитного впливу мережевої частоти живлення та збільшити відношення сигнал/шум, що збільшить якість отриманих результатів дослідження.

Список літератури

1. Изменения электрических параметров клеточных мембран биологических тканей при механических факторных влияниях / В. В. Бойко, П. Н. Замятин, В. И. Жуков, П. Ф. Щапов, В. П. Невзоров // Харківська хірургічна школа. – 2012. – № 5. – С. 9-12.
2. Бойко В.В. Динамика деформационных трансформаций внутриклеточных мембран при экспериментальном моделировании травматических повреждений печени крыс / В.В. Бойко, П.М. Замятин, О.Ф. Невзорова, В.П. Невзоров, П.Ф. Щапов, Н.С. Черняев // Харківська хірургічна школа. – 2013 – № 3 (60) – С. 61-66.

ОБНАРУЖЕНИЕ QRS-КОМПЛЕКСОВ В ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЕ В СИСТЕМЕ, ОБУЧАЕМОЙ С УЧИТЕЛЕМ НА ОСНОВЕ СОГЛАСОВАННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ

Смелянец А. В.¹⁾, Шуляк О. П.²⁾

**¹⁾ *Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт», 03037 Украина, г. Киев,
ул. Петра Радченка, 4, кв. 22, e-mail: andriy.smilianets@gmail.com***

**²⁾ *Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт», 01030 Украина, г. Киев,
ул. Леонтовича 6А, e-mail: shulyak.alex@gmail.com***

Предварительная обработка электрокардиограмм при диагностике пациентов с проблемами сердечно-сосудистой системы включает выполнение ряда операций, в том числе, разметку RR-интервалов в записи, обнаружение QRS-комплексов с определением их типов.

В системах, обучаемых с учителем, на основе исследований [1], просто и результативно определяются типы комплексов, предварительно найденных в записи. Практический интерес, представляют процедуры анализа электрокардиограмм, что позволяют обнаруживать QRS-комплексы с выяснением их типа по ходу просмотра записи без предварительного решения задачи локализации. В системах, обучаемых с учителем, результаты обучения анализатора данных распознаванию типов комплексов, предварительно найденных в электрокардиограмме, использованы [2] при обнаружении указанных комплексов непосредственно по ходу просмотра записи без предварительного решения задачи локализации. Локализация комплексов и их тип фиксируются одновременно и в те моменты времени, в которые искомые комплексы полностью оказываются «в поле зрения» анализатора данных по ходу их просмотра.

В данной работе рассматривается подход к обнаружению QRS-комплексов с выяснением их типа по ходу просмотра записи, основанный на использовании согласованных фильтров [3]. Для таких фильтров импульсная характеристика $h(t) = k_{\phi} s(t_0 - t)$ является зеркальным отражением ожидаемого сигнала [3]. Для обучения системы анализу записи с тремя типами обнаруживаемых комплексов (N, A и V) соответственно требуется три согласованных фильтра, как показано на схеме, приведенной на рисунке 1.

На входе обнаружителя сигнал приводится к характеристике его формы [1]. Далее он обрабатывается параллельно селектором R-пиков QRS-комплексов и согласованными фильтрами для указанных каждый типов комплексов. Просматривая запись и наличие в ней комплекса

определенного типа на выходе соответствующего фильтра сигнал приобретает максимальное во времени значение, подтвержденное селектором R-пиков.

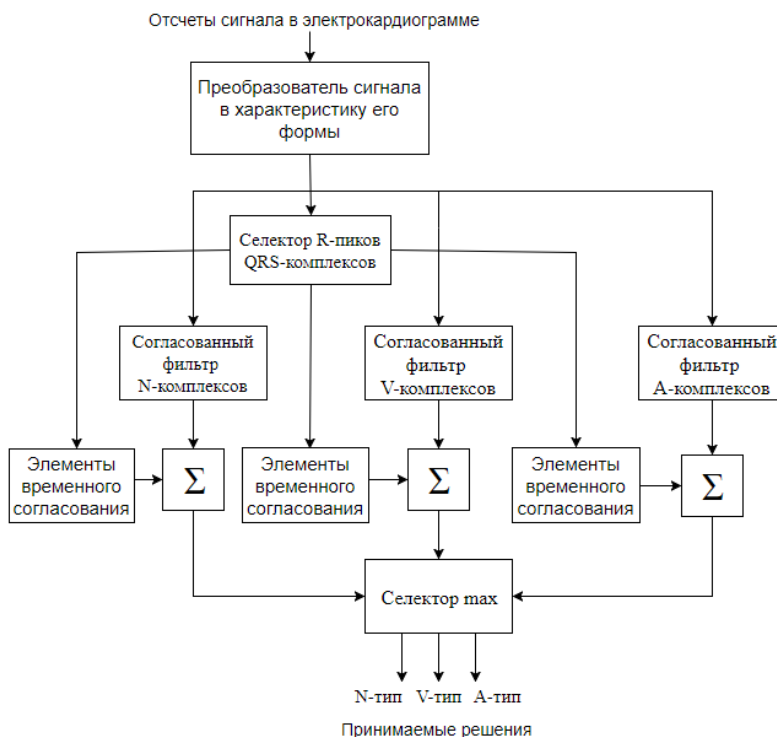


Рисунок 1 – Схема обнаружения трех типов QRS-комплексов

Селектор максимума выходных сигналов фильтров направляет полученный сигнал на соответствующий выход и его появление здесь фиксирует положение комплекса в записи и его тип.

Важнейшая особенность рассмотренной процедуры, в том, что при принятии указанных решений не нужно реализовывать пороговые процедуры и нет необходимости обосновывать выбор нужных порогов.

Список литературы

1. Шачіков А.Д. Особенности использования характеристики формы медико-биологических сигналов при их распознавании / А. Д. Шачиков, А.П. Шуляк // Вісник Національного університету України "КПІ". Серія приладобудування. – 2016. – №51(1). – С. 131–138.
2. Шачиков А. Д. Отработка принципов анализа структуры циклических медико-биологических сигналов для их обнаружения, распознавания и классификации / А. Д. Шачиков, А.П. Шуляк // Вісник Національного університету України "КПІ". Серія приладобудування. – 2015. – №49(1). – С. 169–179.
3. Коростелев А. А. Теоретические основы радиолокации: учебн. пособие для вузов / А. А. Коростелев, Н. Ф. Ключев, Ю. А. Мельник, А. А. Вегетягин, В. А. Губин, В. Е. Дулевич и др. – М. : Сов. радио, 1978. – 608 с.

ЦИФРОВА БІОМЕТРИЧНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАТОЛОГІЧНИХ СТАНІВ СТОПИ

Цапенко В.В.¹⁾, Терещенко М.Ф.²⁾

*Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
Україна, 03056, м. Київ, Солом'янський район, пр-т Перемоги, 37,*

¹⁾*capenko.valik@ukr.net*

²⁾*agfarkpi @i.ua*

Аналіз людської ходи, на даний момент, є об'єктом багатьох науково-дослідних проєктів. Біомеханічні методи дослідження є сучасними, перспективними та націлені на отримання комплексної інформації про функціонування стопи в режимах статичного, динамічного та стабілометричного дослідження [1].

Цифрова біометрія – це метод дослідження нейро-морфо-функціональної діяльності положення тіла, яка дозволяє точно обстежувати пацієнтів з дисфункціями різних рівнів. Тест передбачає роботу в трьох режимах [2]:

- заповнення біопостуральної анкети обстеження;
- отримання повної біопостуральної картини;
- інструментальне обстеження.
- У медичній галузі, зміни ходи розкривають ключову інформацію про якість життя людей. Це представляє особливий інтерес при пошуку надійної інформації про розвиток різних захворювань, таких як:
 - неврологічні захворювання;
 - зміни в динаміці стану пацієнта, через ускладнення після інсульту;
 - системні захворювання;
 - захворювання викликані старінням та інші.

Точне, достовірне знання характеристик ходи в даний момент часу, і що ще більш важливо, моніторинг та оцінка їх з плином часу, дозволить встановити ранню діагностику захворювань та їх ускладнень і допоможе знайти найкращий метод лікування.

В основі дослідження цифрової біометрії лежить спеціальний протокол – біопостуральний тест (ВРТ), який виконується за допомогою неінвазивної діагностично-вимірювальної системи із збереженням всіх даних про поточний стан пацієнта.

Дослідження положення тіла передбачає поглиблене вивчення та моделювання різних реакцій, присутніх в акті опорно-рухового апарату, які спостерігаються за допомогою дослідження останнього, а саме [3]:

- підтримка вертикального положення тіла, проти сил стиснення і розтягування (**статична дія**);

– основна функція м'язів, що складається з безперервних і постійних скорочень, регулювання всієї системи (**динамічна дія**);

– зв'язку між зором, вестибулярним апаратом і ногами як синтез двох видів інформації, зовнішні - екстрасенсорні - і внутрішні - інтрасенсорні-, які повідомляють положенню тіла основну і постійну інформацію про навколишнє середовище (**моторна дія**);

– нарешті, когнітивний аспект, який представляє собою загальну схему організму, і який спільно з іншими аспектами, допомагає забезпечити корисний взаємозв'язок між людиною та її навколишнім середовищем, що проявляється через «нейро-морфо-функціональну мову», забезпечуючи тим самим нерозривний синтез активності мозку і реакцій тіла (**координаційна дія (стабілометричний тест)**)).

Одним із ефективних методів дослідження стану руху нижніх кінцівок людини є визначення електропровідності цих біологічних тканин [4].

Таким чином, положення тіла має чітко визначені вимірювальні параметри в усій повноті, з урахуванням того, що постуральні проблеми пов'язані з нестійким підтриманням рівноваги тіла, і як наслідок, нестійким положенням на ногах. З цього випливає необхідність визначення, вимір та моделювання точних шляхів руху в інструментальних дослідженнях та встановлення ефективних методів лікування.

Список літератури

1. Gouwanda D., Senanayake S.M.N.A. Emerging Trends of Body-Mounted Sensors in Sports and Human Gait Analysis. In: Osman N.A.A., Ibrahim F., Abas W.A.B.W., Rahman H.S.A., Ting H.N., editors. 4 th Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering 2008. Volume 21. Springer; New York, NY, USA: 2008. pp. 715-718.

2. Sutherland D.H. The evolution of clinical gait analysis part I – Kinesiological EMG. Gait Posture. 2001; 14:61-70. [PubMed]

3. Іваницька А.Л. Моделювання динаміки руху нижніх кінцівок людини / А.Л. Іваницька, М.Ф. Терещенко, С.П. Вислоух, М.В. Філіпова // Вісник НТУУ «КПІ». Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2014. – Вип. 48(2). – С. 182-188

4. Терещенко М.Ф. Дослідження електропровідності біологічних тканин / М.Ф. Терещенко, В.В. Цапенко, М.В. Чухраєв // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – 2017. – Вип. 53 (1). – С.87-94.

СРАВНЕНИЕ ИЗМЕРЕННЫХ И СМОДЕЛИРОВАННЫХ ДВИЖЕНИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

Шачиков А. Д.^{1,2)}, Henauff P.¹⁾, Шуляк О. П.²⁾

**¹⁾ Университет Лотарингии, 54052, Франция, Нанси,
34 cours Léopold, e-mail: patrick.henauff@loria.fr**

**²⁾ Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт им. И.Сикорского»,
03056, Украина, Киев, просп. Победы, 37,
e-mail: {andrii.shachykov, shulyak.alex.47}@gmail.com**

Вопрос сравнения измеренных и смоделированных движений нижних конечностей человека является актуальным в задаче моделирования моторной системы человека.

В данной работе вопрос рассматривается в связи с качественной оценкой соответствия результатов моделирования реальным движениям человека.

Под результатами моделирования подразумеваются зависимости от времени активности мышц нижних конечностей, пространственных координат и углов поворота суставов, а также сигналы взаимодействия с внешней средой, такие как давление стоп на землю.

Измеренные движения реальных испытуемых состоят из сигналов электромиограммы и зависимости от времени пространственных координат и углов поворота суставов.

Результаты рассматриваемой здесь модели зависят от набора параметров, для которых следует определить диапазон, при котором модель даёт схожие с реальными движениями результаты. Для этого необходимо определить вид общей формы результирующих сигналов и привести к ней результаты работы модели и измеренные сигналы.

Смысл предлагаемой к рассмотрению работы состоит в определении этой формы, а также в исследовании возможности использования количественного критерия близости рассмотренных сигналов для облегчения и повышения качества выбора параметров модели из рабочего диапазона.

Рассматриваемая модель моторной системы [1] содержит модель мышц нижних конечностей человека, управляемых нейронами генераторов ритмической активности [2]. Модель реализована в виде семи систем дифференциальных уравнений, вычисляемых в среде MATLAB. По одной системе на генератор ритмической активности для каждого сустава (тазобедренный, коленный и голеностопный суставы для двух ног) и одна система для мускульной системы.

Назначением модели является модельное изучение болезни Паркинсона как причины изменений походки вследствие необратимых

изменений мозга.

Иллюстрируемый результат её работы приведён слева на рис. 1 и содержит зависимость от времени угла поворота тазобедренного сустава относительно туловища на протяжении полного цикла ходьбы.

На рис. 1 справа приведен диапазон углов поворота тазобедренного сустава, полученная измерением цикла ходьбы здоровых испытуемых [3] (серым цветом).

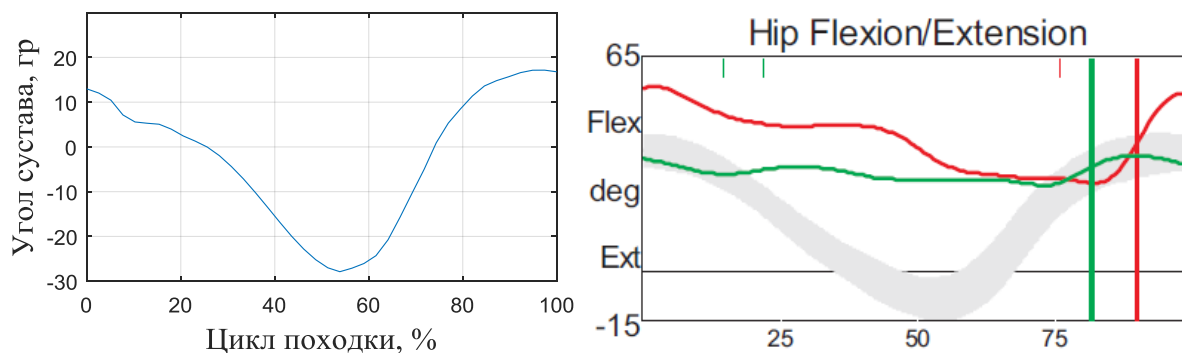


Рисунок 1 – Зависимости от времени угла поворота тазобедренного сустава относительно туловища на протяжении полного цикла ходьбы, полученные от модели (слева) и от испытуемых [3] (справа).

Качественным критерием сравнения является прямое сопоставление этих графиков при условии приведения диапазонов значений к общему стандартному диапазону. Для оси времени таким диапазоном является процент от периода полного цикла походки. Период начинается и заканчивается моментом контакта правой ногой с землёй. Ось угла поворота сустава выражается в градусах относительно туловища.

На основе этого качественного критерия принимается решение об изменении параметров модели, а также о выборе подходящего количественного критерия для автоматизации принятия такого решения для изменения всего набора параметров модели или его части.

Список литературы

1. Shachykov A.D. CPG-based circuitry for controlling musculoskeletal model of human locomotor system / A.D. Shachykov, P. Henaff, A.A. Popov, A.P. Shulyak // 2017 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS), 19–21 October 2017. – pp. 276-279.
2. Guertin P.A. Central Pattern Generator for Locomotion: Anatomical, Physiological, and Pathophysiological Considerations / P.A. Guertin // Front. Neurol. – 2013. – vol. 3.
3. Beyaert C. Gait post-stroke: Pathophysiology and rehabilitation strategies / C. Beyaert, R. Vasa, G.E. Frykberg // Neurophysiol Clin. – 2015. – Vol. 45. – № 4–5. – pp. 335–355.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ЛАЗЕРТОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИНАХ

Швидкий В.В., Терещенко М.Ф.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

Україна, м. Київ, shvidkiy.vas@gmail.com

На сьогоднішній день широкого розповсюдження набули медичні та косметологічні апарати, терапевтична дія яких заснована на впливі лазерним випромінюванням(ЛВ).

Апарати лазерної терапії, досить потужний інструмент при використанні якого можна нанести травму пацієнту навіть використовуючи параметри, які надавали виключно позитивний ефект для більшості пацієнтів з аналогічним захворюванням. Особливо актуальне це питання при порожнинному застосуванні лазерної терапії в гінекології та проктології. В зв'язку з цим виникає необхідність контролю впливу безпосередньо на ділянці впливу. Такий контроль може виконуватись декількома методами: вимірювати температури або контролювати потужність ЛВ безпосередньо на поверхні впливу, також можливе використання цих методів у комбінації [1].

Для розрахунку потужності ЛВ прийнята наступна модель:

$$\begin{cases} P(z) = (1 - R) \cdot P \cdot \exp(-\mu_t \cdot z) \text{ при } z < l_{\text{сп}} \\ P(z) = (1 - R) \cdot P \cdot \exp(-\mu_t \cdot z) \exp(a \cdot e^{b \cdot z}) \text{ при } z > l_{\text{сп}} \end{cases} \quad (1)$$

де $R = \left(\frac{n-1}{n+1} \right)^2$ – коефіцієнт відбиття при нормальному падінні пучка, n –

показник заломлення біологічної тканини(БТ), P – потужність лазерного випромінювання, $\mu_t = \mu_s + \mu_a$ – повний коефіцієнт загасання, μ_a – коефіцієнт поглинання, μ_s – коефіцієнт розсіювання, z – товщина зразка, a та b – корегуючі коефіцієнти значення яких залежить від матеріалу зразка, $l_{\text{сп}}$ – середню довжину пробігу одноразово розсіяного фотона.

При розрахунку температури на поверхні впливу використовується уточнена залежність температури поверхні впливу T від теплоємності об'єкта впливу c та енергії імпульсу E з додатковим врахуванням теплоємності середовища c_2 та модуляції ЛВ k :

$$T = \frac{E}{mc} = \frac{k \cdot P \cdot t_p}{c_1 c_2 \cdot \delta \cdot \rho \cdot S}, \quad (2)$$

де E – енергія імпульсу, P – потужність імпульсу, t_p – тривалість імпульсу, S – площа поперечного перетину променю, c_1 – питома теплоємність об'єкта, c_2 – питома теплоємність середовища, k –коефіцієнт модуляції.

Результати дослідження. В результаті дослідження зміни потужності ЛВ в процесі впливу на сало свини модульованим ЛВ частотою 90 Гц зі зміною потужності від 30 мкВт до 900 мкВт було отримано

наступні значення (рис.1).

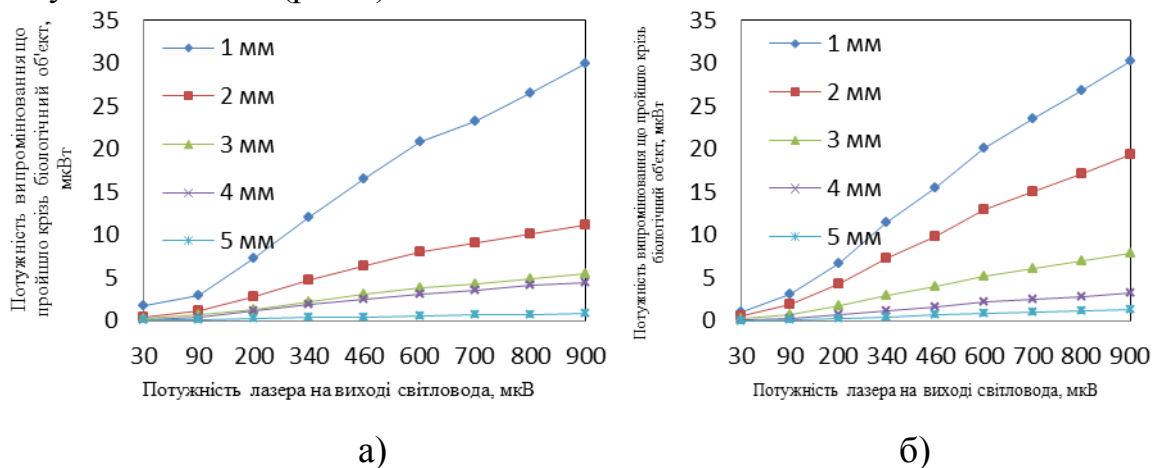


Рисунок 1 – Залежність потужності випромінювання (в мкВт)

Порівнявши експериментальні а) та розрахункові значення б) встановлено, що запропонована модель дозволяє досить точно визначити зміну потужності при проходженні крізь біологічний об'єкт, проте досить помітною є розбіжність для товщини 2 мм, необхідна перевірка моделі в більш широкому діапазоні потужностей.

В результаті дослідження зміни температури в процесі впливу на сало свині ЛВ потужністю 1,64 мВт отримано наступні значення (рис.2).

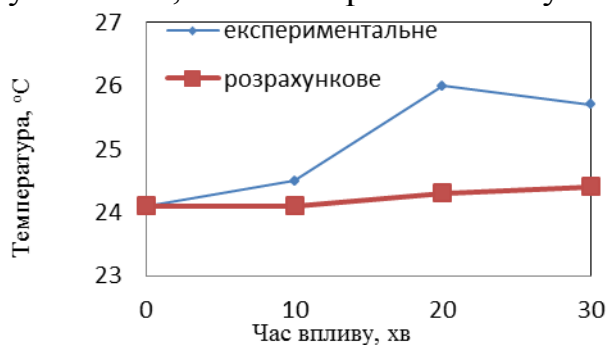


Рисунок 2 – Експериментальні і розрахункові значення зміни температури

Висновки. Порівнявши результати досліджень різних способів контролю впливу ЛВ на біологічний об'єкт можна дійти до висновку, що контроль потужності ЛВ безпосередньо на поверхні впливу надає більш точну характеристику впливу ЛВ порівняно з контролем температури, за рахунок меншої залежності від параметрів оточуючого середовища.

Список літератури

1. Тимчик Г. С. Моніторинг зміни температур при лазерній терапії / Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, М. Р. Печена // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. : Приладобудування. – 2014. – Вип. 47. – С. 156–162. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI_prylad_2014_47_24.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ИЗОЛИНИИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ПАЦИЕНТА НА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПОВ QRS-КОМПЛЕКСОВ В ЕЕ СОСТАВЕ

Шелофаст В. А., Шуляк А. П.

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»,
Україна, 03056, м. Київ, вул. Політехнічна, 16,
e-mail: vitalyturkov@gmail.com, shulyak.alex.47@gmail.com*

Качество диагностики пациентов во многом связано с достоверностью распознавания медико-биологических сигналов. В методах распознавания таких сигналов широко распространены подходы, основанные на сравнении распознаваемых реализаций с эталонами, в качестве которых используется средний вид сигналов рассматриваемых классов. В системах, обучаемых с учителем вопрос о построении эталонов для разных классов сигналов не представляет затруднения.

При предварительной обработке данных электрокардиографии в целях диагностики пациентов с проблемами сердечно-сосудистой системы актуальным вопросом является определение типов QRS-комплексов в получаемых записях. В таком случае качество формирования эталонов, а также возможное искажение формы распознаваемых комплексов могут оказывать существенное влияние на правильность определения типов указанных комплексов. Одной из причин упомянутых искажений, а также фактором снижения качества используемых эталонов типов комплексов является нестабильный ход изолинии в записи сигнала. Конечной целью данной работы является повышение результативности распознавания указанных комплексов в записях отведений ЭКГ за счёт стабилизации упомянутой изолинии. Решение такой задачи в данной работе основано на использовании фильтра высоких частот с частотой среза порядка долей Герц. Применение подобных фильтров, как показали выполненные расчёты, при обработке 30-минутной записи ЭКГ пациента, обеспечивает получение существенного результата по стабилизации указанной линии.

Вследствие реализованной предфильтрации анализируемого сигнала была отмечена не только стабилизация рассматриваемой изолинии, но и зафиксировано изменение формы в получаемых для использования эталонах, а также формы распознаваемых сигналов. При исследованиях результативности стабилизации изолинии для сравнения были использованы процедуры принятия решений, основанные на применении характеристики формы [1] рассматриваемых сигналов. Переход от исходного вида сигналов к характеристике их формы связан с расчётом соответствующих значений корреляционных интегралов и обеспечивает исключение влияния постоянных состав-

ляющих в этих сигналах и уравнивание их энергий, что является обязательным условием обеспечения корректности решений в этом случае. Решение этих вопросов выполняется по известной методике [1].

Результативность стабилизации изолинии оценивалась путём сравнения относительных частот правильных решений по типам комплексов до применения фильтра и после. Для простоты иллюстрации результата рассмотрим случай использования двух типов комплексов (N и V) в соответствии с классификацией, принятой в базе используемых данных [2]. В качестве дополнительного условия принято использование обучающих выборок одинакового объема (110 реализаций каждого типа).

В соответствии с таким подходом, исследуемый алгоритм принятия решений был построен с использованием следующих процедур. Вначале выполнялась предфильтрация сигнала указанным фильтром, затем проводилась синхронизация комплексов в едином окне анализа сигналов [1]. В дальнейшем был осуществлён переход к характеристике формы комплексов, получены эталоны в каждом классе сигналов. После этого с расчётом корреляционных интегралов принимались решения о типах комплексов. Подсчитывался процент правильных решений для N и V типов комплексов в той же обучающей выборке.

Полученные результаты могут быть проиллюстрированы следующим примером. Без предфильтрации в обучающей выборке было правильно распознано 99,09% N-комплексов и 90,91% комплексов V-типа. В среднем это соответствует 95% правильных решений. В то же время, предфильтрация привела к аналогичным результатам со следующими значениями: для N-типа – 99,09%, для V – 91,82%, в среднем – 95,45%. Таким образом, зафиксирован выигрыш в правильном определении комплексов V-типа порядка 1%, что свидетельствует о возможности повышения результативности распознавания типов комплексов в электрокардиограмме за счёт стабилизации ее изолинии.

Рациональное значение частоты среза фильтра высоких частот подобрано с учётом процента правильных решений. Рассмотрен случай использования простейших, одинарных признаков для принятия решений, который может быть распространён на семейство бинарных и более сложных признаков медико-биологических сигналов.

Список литературы

1. Шачиков А. Д. Модификации процедур отбора признаков циклических медико-биологических сигналов для их распознавания / А. Д. Шачиков, В. А. Шелофаст, А. П. Шуляк // Вісник Національного університету України "Київський політехнічний інститут". 53(1) – 2017. – С. 103–109.
2. PhysioNet. St.-Petersburg Institute of Cardiological Technics 12-lead Arrhythmia Database. URL : <http://physionet.org/physiobank/database/incartdb>.

ПРОЦЕДУРА КОРРЕКТИРОВКИ РЕШЕНИЙ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ ТИПОВ QRS-КОМПЛЕКСОВ В ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЕ В СИСТЕМЕ, ОБУЧАЕМОЙ С УЧИТЕЛЕМ

Шелофаст В. А., Шуляк А. П.

***Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»,
Украина, 03056, г. Киев, ул. Политехническая, 16
e-mail: vitalyturkov@gmail.com, shulyak.alex.47@gmail.com***

Достоверность диагностических решений во многом зависит от достоверности распознавания сигналов, получаемых при обследовании пациентов. В системах, обучаемых с учителем, могут быть вскрыты и реализованы резервы в повышении результативности распознавания медико-биологических сигналов за счёт учёта особенностей таких реализаций, по которым решения оказались ошибочными.

В этом случае с использованием принятого в системе правила принятия решений находятся такие реализации сигналов, по которым решения были неверными. Определяется область признакового пространства, которая охватывает указанные реализации. Для этой области устанавливаются специальные правила принятия решений с учётом упомянутых особенностей. В остальном признаковом пространстве решение принимается прежним порядком [1]. Таким образом, если очередная реализация попадает в эту специальную область, то для принятия решения применяется отдельное правило. За пределами этой области реализуется исходное правило принятия решений, которое применялось без учёта возможности коррекции решения.

Для раскрытия содержания обсуждаемого подхода корректировки решений при распознавании сигналов в работе рассматривается задача распознавания типов QRS-комплексов в электрокардиограмме. Для примера взято два типа комплексов (N и V [2]). Обучающие выборки имеют одинаковый объем. Для принятия решения о типе очередного комплекса производится расчёт значений корреляционного интеграла между этим комплексом и эталонами указанных типов. Результат определяется наибольшим значением одного из двух корреляционных интегралов. Количество признаков в комплексе – 128. Решения принимаются при полном их составе. В качестве признаков используются отсчёты характеристики формы комплексов [1]. За эталоны принимается средний вид таких описаний в указанных классах сигналов.

Специальная область принятия решений в работе предполагается многомерной сферической. В качестве центра сферы целесообразно было выбрать среднее для V реализаций, по которым был ложно определен N

тип комплексов. Радиус сферы определялся максимальным удалением подобных реализаций от выбранного центра. В полученную область попадают как ложные решения “N” о типе комплексов, так и истинные N с тем же решением “N”, а также правильно определённые V-комплексы.

При попадании очередной реализации в эту специальную область было предложено сравнивать эту реализацию с подмножествами всех этих типов с расчётом средних значений соответствующих корреляционных интегралов. Решение принималось по максимуму получаемых результатов.

Для проверки результативности изложенного подхода к корректировке решений по распознаванию типов сигналов рассматривался общий вариант решений без выделения специальной области и вариант с использованием сферы со специальным правилом принятия скорректированных решений. Для каждого случая подсчитывалось количество правильных и ошибочных решений. Сравнивался процент правильных и неверных решений в том и другом случаях. Подсчёты проводились на использованной обучающей выборке. Количество реализаций в каждом типе комплексов удобно было выбрать одинаковым.

В результате исследований для приведенного примера для исходного алгоритма распознавания сигналов были получены такие значения частоты правильных решений. Для комплексов типа N – 99,09%, V – 90.91%, в среднем – 95%. При применении дополнительного правила корректировки решений оказалось, что комплексы N-типа распознаются почти на том же уровне (98,18%). Для комплексов V-типа процент правильных решений приобрёл заметные изменения, процент правильных решений составил 93,64%, что говорит о выигрыше примерно в 2,5%, как и ожидалось наблюдать. Среднее значение также возросло – 95,91%.

В целом, приведенная иллюстрация распознавания сигналов подтверждает возможность корректировки правильности принимаемых решений в соответствии с реализованным подходом. В рассмотренном примере использованные признаки для распознавания сигналов – одинарные. Приведенный подход может быть также распространен на использование бинарных и иных комбинированных данных. Вместе с тем, в исследованиях полагалось, что состав принимаемых в учёт признаков – полный. Решение вопроса об отборе среди них наиболее информативных для принятия решений вынесено за рамки данных исследований и может обсуждаться отдельно.

Список литературы

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(1) – 2017. – с. 103 - 109.
2. PhysioNet. St.-Petersburg Institute of Cardiological Technics 12-lead Arrhythmia Database. <http://physionet.org/physiobank/database/incartdb>.

УНІВЕРСАЛЬНИЙ СЕРВЕР ТЕЛЕМЕДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Шишкін М.А., Колісник К.В., Голдобін С.М.
НТУ "ХПІ", Україна, 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2,
kolesniknet@ukr.net

У даний час розвиток вимірювальних інформаційних аналітичних систем із підтримкою телеметричної техніки займає не останнє місце в медичній галузі. Не дивлячись на попит у таких системах, не існує програмних рішень, що дозволили би достатньо швидко адаптувати конфігурацію такої системи під потреби заказчика, або, навпаки, загальні мережеві рішення є надмірними.

В сучасній медицині, де інколи від декількох секунд залежить життя пацієнта, біометрія є актуальним напрямком.

В медицині біометричні системи використовуються для реєстрації та передачі на відстань даних о стані здоров'я хворого, що знаходиться на відстані від лікувального чи консультативного центру [1, 2].

Сервер що пропонується, побудовано для системи телеметричного контролю, що дозволяє передавати данні о серцевій діяльності, диханні, м'язовій активності, показники механічної активності шлунка та кішківника, кислотність шлункового вмісту, температури та артеріального тиску.

Сервер використовує протокол TCP/IP та знаходиться у адресному просторі IPv4. Узагальнений алгоритм роботи сервера надано на рис.1.

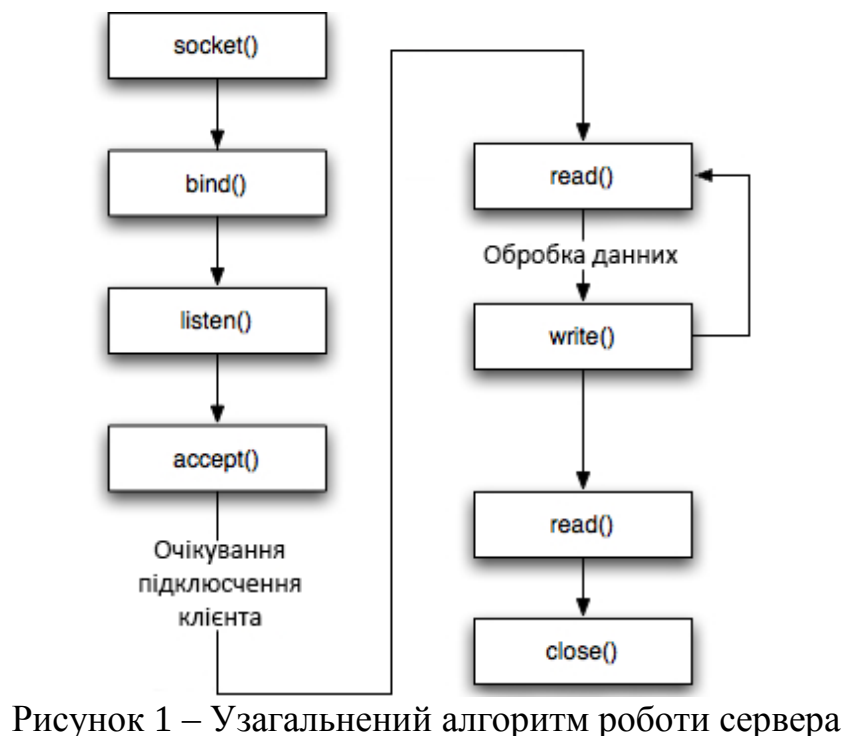
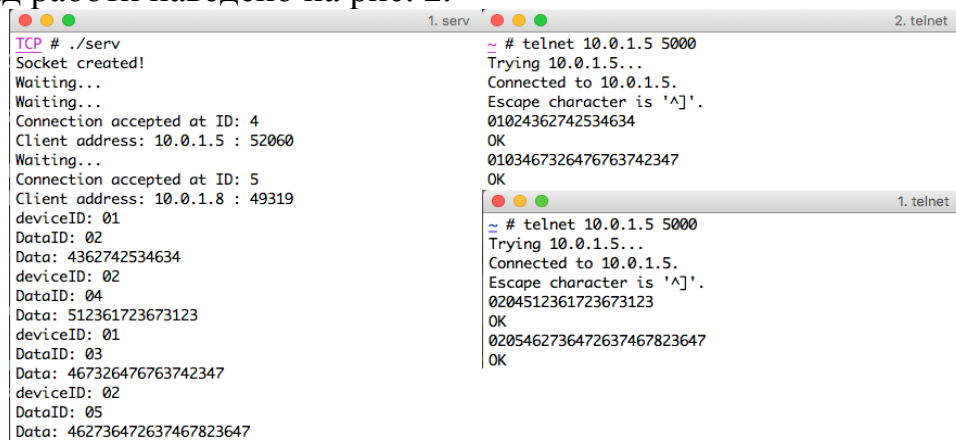


Рисунок 1 – Узагальнений алгоритм роботи сервера

Основні вимоги до сервера - надійність роботи та швидкість обробки даних. Надійність роботи обумовлюється як апаратними властивостями сервера, так і алгоритмічною структурою його побудови, швидкість обробки здійснено за рахунок використання багатопотокового алгоритму та уніфікації фрейма даних, що обробляються, та який містить у собі три поля deviceID – ідентифікаційний номер пристроя, dataID – ідентифікаційний номер типу даних, data – данні отримані з датчику [3].

Для тестування працездатності сервера використовувався мережевий протокол для реалізації текстового інтерфейса Telnet.

При тестуванні сервера пакет даних, що надходять від клієнта серверу приймає закінчений вигляд для подальшого використання. Приклад роботи наведено на рис. 2.



The image shows two terminal windows. The left window, titled '1. serv', displays the server's log of connections and data reception. The right window, titled '2. telnet', shows the client's connection attempt and the data being sent to the server.

```
1. serv
TCP # ./serv
Socket created!
Waiting...
Waiting...
Connection accepted at ID: 4
Client address: 10.0.1.5 : 52060
Waiting...
Connection accepted at ID: 5
Client address: 10.0.1.8 : 49319
deviceID: 01
DataID: 02
Data: 4362742534634
deviceID: 02
DataID: 04
Data: 512361723673123
deviceID: 01
DataID: 03
Data: 467326476763742347
deviceID: 02
DataID: 05
Data: 462736472637467823647

2. telnet
~ # telnet 10.0.1.5 5000
Trying 10.0.1.5...
Connected to 10.0.1.5.
Escape character is '^J'.
01024362742534634
OK
0103467326476763742347
OK

1. telnet
~ # telnet 10.0.1.5 5000
Trying 10.0.1.5...
Connected to 10.0.1.5.
Escape character is '^J'.
0204512361723673123
OK
0205462736472637467823647
OK
```

Рисунок 2 – Приклад роботи сервера

Запропонований варіант універсального сервера телеметричного комплексу дозволяє вирішити задачі прийому та обробки телеметричних даних для створення комплексу дистанційної діагностики стану пацієнта. Ця робота виконана в рамках НДР М7824, та буде використана при створенні експериментального стенду для опробації нових методів медичної діагностики

Список літератури

1. Владзимерский А.В. Телемедицина / Владзимерский А.В. // Донецк : ООО «Цифровая типография», 2011. – 477 С.
2. Колесник К.В. Использование мобильных радиотехнических комплексов в биотелеметрии и телемониторинге / К.В. Колесник, М.А. Шишкин, А.В. Кипенский, О.А. Ситникова // Сборник научных трудов V Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития: МРФ-2014». – т. III: конференция «Проблемы биомедицины. Наука и технологии». – Украина, Харьков. – 2014. С. 166-171.
- 3.. Козьерок Ч.М. The TCP/IP Guide: A Comprehensive, Illustrated Internet Protocols Reference / Чарльз М. Козьерок, 2005. – 1618 с.

МІКРОХВИЛЬОВА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ В МЕДИЦИНІ

Штода Д.О., Мустецов М.П.

*Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна
м. Харків, пл. Свободи 4, каф. ФБМЕ та КІТ, e-mail:dshtoda@ukr.net*

Стрімке зростання кількості онкологічних захворювань в усьому світі робить виклик сучасній медицині. Зокрема в Україні щороку від раку помирає близько 90 тис. громадян, 35 % з яких – особи працездатного віку [1]. Ситуація ускладнюється тим, що високоефективне лікування більшості онкологічних захворювань можливо лише тільки на ранніх чи доклінічних стадіях, коли хвороба майже ніяк себе не проявляє. У зв'язку з цим гостро стоїть питання розробки сучасних скринінгових методів та систем ранньої, безпечної та неінвазивної діагностики онкологічних захворювань. Одним з перспективних напрямків ранньої медичної діагностики є дослідження та візуалізація електрофізичних властивостей живої матерії.

Фундаментальні дослідження електрофізичних властивостей біологічних тканин показали, що вміст води у клітинах новоутворень вище ніж у нормальній тканині. Це призводить до того, що контраст діелектричної проникності та провідності пухлини до здорової тканини «in vitro» може сягати співвідношення від 1.5:1 до 6:1 [2]. Наприклад, дослідження тканини молочної залози, проведені як «in vivo» так і «ex vivo» показали наявність значного контрасту ϵ' та σ в діапазоні частот 2–3.2 ГГц. Усереднені значення діелектричної проникності та провідності тканин молочної залози (виміряних «ex vivo») представлені у табл. 1 [3].

Таблиця 1. – Електрофізичні властивості тканин молочної залози

Тканина	ϵ'	σ (S/m)
Жир	4-4.5	0.11-0.14
Здорова тканина	10-25	0.35-1.05
Пухлина (злоякісна)	45-60	3.0-4.0
Пухлина (доброякісна)	10-50	1.0-4.0

Для проведення досліджень по вивченню взаємодії біологічних об'єктів зі слабким електромагнітним полем НВЧ діапазону та розробки нового алгоритму візуалізації біологічних об'єктів в ХНУ імені В.Н. Каразіна було розроблено «мікрохвильовий сканер» [4].

Сканер працює в частотному діапазоні 137.5 – 4400 МГц та має динамічний діапазон вимірюваних сигналів 55 дБ. Двокоординатна система позиціонування дозволяє проводити вимірювання розсіяного біологічним об'єктом поля методом «на проходження» з областю візуалізації 150x230 мм, та «на відбиття» з областю візуалізації 130x150 мм.

В доповіді наведено результати експериментальних досліджень по вивченню розсіяння слабого електромагнітного випромінювання «моде-

льними» об'єктами з сильним контрастом провідності відносно навколишнього середовища. В якості одного з об'єктів дослідження використано тонкостінну силіконову трубку $d=6$ мм згорнуту в кільце $d=60$ мм та заповнену 20% розчином NaCl. Вимірювання проводилось на частоті 3.8 ГГц. На рис.1 зображено отримане радіозображення розсіяного поля, що отримано методом «на проходження».

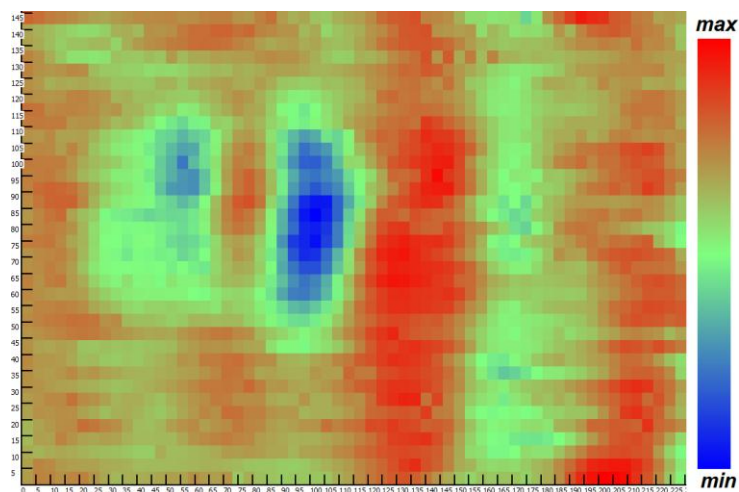


Рисунок 1 – Радіозображення розсіяного поля

Висновки. Проведені експериментальні дослідження впливу форми та електрофізичних властивостей «модельних» об'єктів на картину розсіяння електромагнітного випромінювання в НВЧ діапазоні показали принципову можливість візуалізації контрастних утворень в однорідному середовищі за градієнтом діелектричної проникності чи провідності. Дана методика може бути рекомендована для проведення мамографічних досліджень по виявленню новоутворень.

Список літератури

1. Михайлович Ю. Й. Оцінка якості та ефективності виконання державних програм з онкології. Погляд на проблему / Ю.Й. Михайлович, З.П.Федоренко, А. В. Журбенко // Клиническая онкология. – 2014. – №. 3. – С. 9-10.
2. Miklavcic D. Electric properties of tissues / D.Miklavcic, N.Pavselj, F.Hart // Wiley encyclopedia of biomedical engineering. – 2006. DOI: 10.1002/9780471740360
3. Gunnarsson T. Microwave Imaging of Biological Tissues: applied towards breast cancer tumor growth detection / T. Gunnarsson // Malaridalen University Vasteras, Sweden. – 2007.
4. Shtoda D. A. Possibilities of microwave imaging in medicine / D.A.Shtoda, E. A. Antonenko, N. P.Mustetsov // Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals (UWBUSIS), 2016 8th International Conference on. – IEEE, 2016. – P. 175-178. DOI: 10.1109/UWBUSIS.2016.7724181.

СЕКЦИЯ 3. ПРИЛАДИ І МЕТОДИ КОНТРОЛЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН

ОПЫТ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ МЕЛКИХ ПАРТИЙ РОЛИКОВ ПРОКАТНОГО СТАНА ПОСЛЕ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Безымянный Ю. Г., Колесников А. Н., Комаров К. А., Талько О. В.
Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича
НАН Украины,
Украина, г. Киев, 03142, ул. Кржижановского, 3, bezimnyi@i.com.ua

Прокат металла занимает важное место в промышленности Украины. Ролики прокатного стана в процессе своей эксплуатации подвергаются значительным механическим и температурным нагрузкам и поэтому имеют ограниченный срок эксплуатации [1]. Продление их ресурса может быть достигнуто путём восстановления отработавших свой срок роликов. Восстановление имеет смысл, если такой ролик будет дешевле нового при сохранении его эксплуатационных характеристик. Решение этой задачи предполагает использование дешёвой технологии восстановления при гарантии качества её результатов. Такую гарантию может обеспечить неразрушающее выявление критичных для надёжной эксплуатации дефектов в восстановленных роликах. При массовом производстве используемый метод дефектоскопии должен обеспечивать высокую надёжность обнаружения дефектов при малом времени оценки состояния изделия и минимальных финансовых затратах. Этого можно достичь за счёт большой вероятности выявления дефектов при высокой производительности контроля. Подобные задачи можно решать с помощью ультразвуковой дефектоскопии [2], однако, каждый конкретный случай требует индивидуальных методических проработок [3].

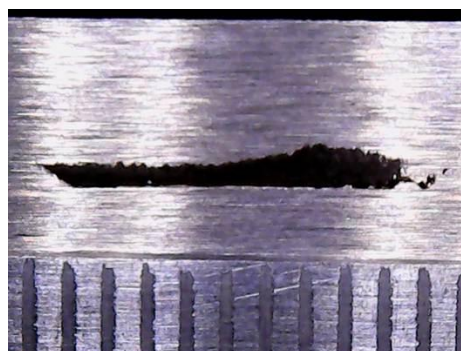
В работе представлены результаты разработки методики ультразвуковой диагностики состояния дефектности малой партии роликов прокатного стана, восстановленных после разрушения их поверхности в процессе эксплуатации. Ролик представлял собой цилиндр из стали 40Х высотой 40 и диаметром 70 мм, в центре которого имеется цилиндрическая полость диаметром 20 мм. При восстановлении ролика на его боковой поверхности вырезали симметрично расположенный по высоте цилиндра паз глубиной 6 мм и заправляли образовавшуюся полость жидким металлом. Излишки металла после наплавления стачивали. В результате используемой технологии в наплавленной части могли образовываться поры, а на её границе с основным металлом ролика – дефекты контактов различного вида.

По результатам анализа объекта исследования и поставленной задачи была разработана измерительная акустическая камера (рис. 1,а), в которой датчик закрепляли соосно с роликом на одной из его плоских поверхностей

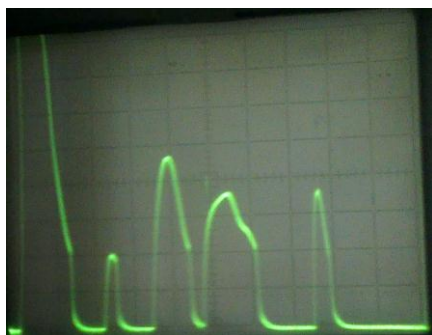
для прозвучивания эхо-методом восстановленной части. Для прозвучивания всей приповерхностной зоны изделия с возможными дефектами использовали устройство вращения ролика относительно датчика. Такое решение обеспечивает требуемую высокую производительность контроля, но уменьшает отражательную способность дефектов, расположенных вдоль образующей ролика (рис. 1,б, внизу приведена линейка). Действительно, при использовании стандартного дефектоскопа УД-12, в котором используется ударное возбуждение сигнала, возникали проблемы с идентификацией дефектов с раскрытием менее 1 мм (рис. 1,в). Переход к оригинальной аппаратуре [2] с возбуждением датчика радиоимпульсом длительностью 2-3 мкс с тональным заполнением показал, что на частоте 2,5 МГц при использовании раздельно-совмещённого преобразователя возможно надёжное выявление дефектов с раскрытием более 0,5 мм. (рис. 1,г).



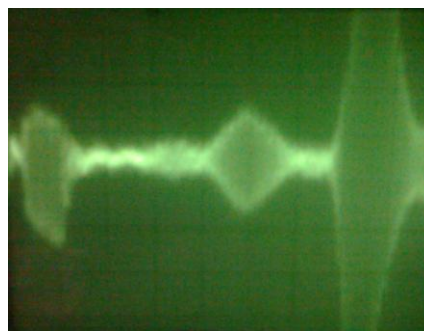
а



б



в



г

Рисунок 1 – Элементы методики исследований

Список литературы

1. В.П. Полухин Составной рабочий инструмент прокатных станов / Полухин В.П., Полухин П.И., Николаев В.А. М. : Металлургия, 1977. – 87 с.
2. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ.ред. В.В.Клюева. Т.3: И.Н.Ермолов, Ю.В.Ланге. Ультразвуковой контроль. – М.: Машиностроение, 2004. – 864 с.
3. Безмянный Ю.Г. Акустическое отображение материалов с развитой мезоструктурой / Ю.Г. Безмянный // Акустичний вісник. – 2006. – Т. – 9. – № 2. – С. 3-16.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОБРОБКИ СЛАБОКОНТРАСТНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ОТРИМАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОННО- ОПТИЧНИХ ЗАСОБІВ ДЕФЕКТОСКОПІЇ

Панасенко Д. П., Смолін Ю. О., Нахмедов С. Н.
НТУ «ХПІ», вул. Курникова, 2, Харків, Україна, 61002,
dimko_p@rks.kh.ua

Цифрова обробка зображень широко застосовується в багатьох галузях науки та техніки, де, так чи інакше, використовуються зображення, отримані з використанням електронно-оптичних засобів. Не виключенням стали і електронно-оптичні засоби дефектоскопії, які широко застосовуються при неруйнівному контролі об'єктів і матеріалів. Одним з розділів цифрової обробки зображень є поліпшення якості слабкоконтрастних зображень. Широке застосування отримав метод довгої експозиції, однак при великій адитивній перешкоді даний метод не є ефективним, тому що відбувається насичення фотоприймача. З метою запобігання насичення фотоприймача виникає необхідність узгодження інтенсивності світлового потоку з динамічним діапазоном фотоприймача. Одним з методів такого узгодження є зменшення тривалості накопичення слабкоконтрастних зображень (застосування короткої експозиції). Але при зменшенні тривалості накопичення і корисний сигнал зменшується. Для компенсації цього ефекту застосовують спільну обробку серії короткоекспозиційних кадрів. В результаті обробки отримують зображення низької якості. В цьому випадку стоїть завдання створення алгоритмів обробки даних, які дозволяють поліпшити якість зображень отриманих за допомогою електронно-оптичних засобів дефектоскопії.

Метою даної роботи є проведення моделювання алгоритмів обробки даних, отриманих після спільної обробки серії короткоекспозиційних слабкоконтрастних зображень і проведення подальшого аналізу отриманих результатів. Для порівняння ефективності алгоритмів застосовують такі критерії оцінки як підвищення контрастності, розбірливість дрібних деталей і т.д.

У роботі представлений аналіз різних методів підвищення ефективності обробки серії короткоекспозиційних слабкоконтрастних зображень отриманих за допомогою електронно-оптичних засобів дефектоскопії. Також представлені результати математичного моделювання різних методів (масштабування, метод підвищення контрастності, метод кореляційної обробки, метод бінарного квантування) обробки серії короткоекспозиційних зображень отриманих за допомогою електронно-оптичних засобів дефектоскопії і запропоновані рекомендації щодо поліпшення і підвищення якості неруйнівного контролю об'єктів і матеріалів.

Результати моделювання підсумовування серії короткоекспозиційних слабкоконтрастних зображень, які представлені в роботі, дозволяють зробити наступні висновки:

1) звичайне масштабування результатів підсумовування серії зображень не дає бажаних результатів, отримані зображення залишається слабо-контрастні та слабкі сигнали (об'єкти) візуально не помітні;

2) метод підвищення контрастності зображення покращує візуальне сприйняття зображення, більш чітко видно контури слабких сигналів, однак фонові (шумові) складові як і раніше значні;

3) метод бінарного квантування значно підвищує візуальне сприйняття зображення, чітко видно контури сигналів (об'єктів), але при цьому втрачається інформація про деталі;

4) метод кореляційної обробки максимально підвищує візуальне сприйняття зображення, проте дуже сильно спотворюється форма і деталі сигналу (об'єкта);

5) вибір алгоритму обробки серії слабоконтрастних зображень необхідно здійснювати в залежності від поставленого завдання: виявлення, розпізнавання або роздільність деталей об'єкта.

Таким чином, реалізація розглянутих алгоритмів обробки серії короткоекспозиційних слабоконтрастних зображень дозволяє істотно поліпшити якість зображень, отриманих за допомогою електронно-оптичних засобів дефектоскопії, які застосовуються при проведенні неруйнівного контролю об'єктів і матеріалів.

Список літератури

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.

2. Гальярди Р.М. Оптическая связь / Р. М. Гальярди, Ш. Карп – М. : Высшая школа, 1978. – 524 с.

3. Левин Б. Р. Теоретические основы радиотехники / Б. Р. Левин. – М. : Изд-во «Советское радио», 1968. – 504 с.

4. Бондарев В.Н. Цифровая обработка сигналов: методы и средства [учеб. пособие] / В. Н. Бондарев, Г. Трёстер, В. С. Чернега – Х. : Конус, 2001. – 398 с.

5. Якушенко Ю.Г. Теория и расчет оптикоэлектронных приборов / Ю.Г. Якушенко. – М. : Машиностроение, 1989. – 360 с.

6. Свенсон А. Н. Параллельные методы и средства распознавания образов. Том 2 / А. Н. Свенсон. – К. : Наукова думка, 1985. – 88 с.

7. Калашников А. М. Основы радиотехники и радиолокации / А. М. Калашников, В.З. Слуцкий. – Военное издательство Мо СССР, 1965. – 135 с.

8. Фурман А. Я. Введение в контурный анализ; приложение к обработке изображений и сигналов / А. Я. Фурман. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 592 с.

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧА USB-TO-COMM PL2303 І СЕРЕДОВИЩА DELPHI 10 ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОТОКОЛУ ОБМІНУ ДАНИХ ПРИСТРІЙ-КОМП'ЮТЕР

Плєснецов С. Ю., Коваленко А. С., Крамаренко Д. С.
*НТУ «ХПІ», Україна, 61002, м. Харків,
вул. Курникова, 2, s.plesnetsov@gmail.com*

Послідовний порт є двостороннім інтерфейсом, призначеним для обміну даними по байту. Типовим представником послідовних портів є порт стандарту RS-232с. Хоча сучасна комп'ютерна техніка відходить від безпосереднього використання послідовних портів, вони залишаються ефективним та зручним засобом для організації обміну даних між комп'ютерним апаратним чи програмним забезпеченням та зовнішніми (периферійними), бо, на відміну від USB-стандартизованих портів, не вимагає написання спеціалізованих драйверів. Максимальна швидкість передачі даних за допомогою послідовного порту становить 115200 біт/с.

Проблема відсутності стандартних COM-портів на сучасних пристроях вирішується через USB-емуляцію COM-порту за допомогою спеціалізованого чіпу-перетворювача. Такий підхід лише незначно зменшує швидкість обміну даних, бо сучасний USB-стандарт має значну пропускну здатність.

Розповсюдженим рішенням для організації емульованого COM-порту є чіп Prolific PL2303 (рис. 1).

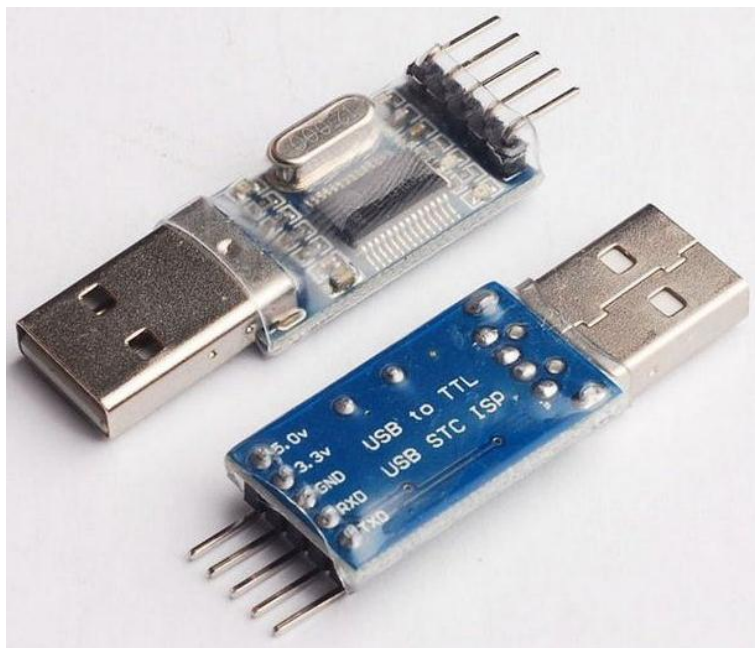


Рисунок 1— Зовнішній вигляд перетворювача PL2303

Для тестування можливостей формування протоколу передачі даних на базі рішення [2] розроблено тестовий термінал для відтермінованої передачі даних (рис. 2) у вигляді пакетів символів з контрольними символами початку та припинення передачі # та \$.

Термінал забезпечує можливість зміни активного порту, регулювання частоти передачі, частоти прийому, режиму прийому, формату прийому та ін.

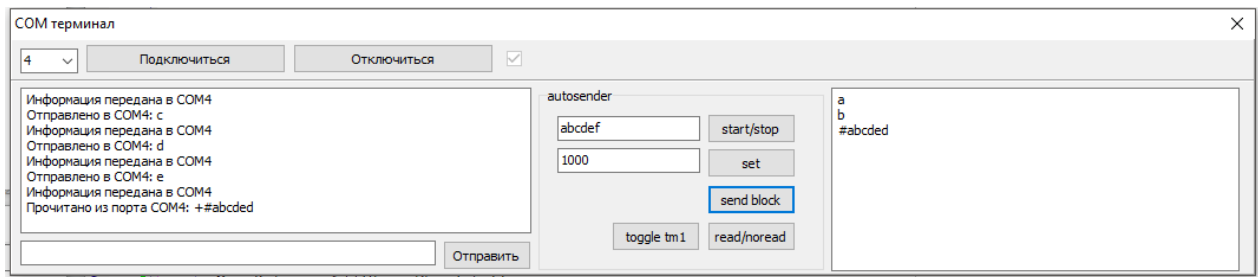


Рисунок 2 – Приклад тестового програмного терміналу для обміну даних

Прийом та передача даних у випадку розробки додатку мовою програмування Delphi виконується через спеціальний потік даних, реалізований у модулі `unComPort` через окремий об'єкт класу `TComPort`.

Такий підхід дозволяє одному додатку працювати за необхідності з кількома портами одразу, дозволяючи, наприклад, реалізовувати прийом інформації з кількох датчиків чи мікроконтролерів.

Основними процедурами та функціями управління СОМ-портом є:

- 1) `TComPort.Open` – відкриває порт для обміну даними.
- 2) `TComPort.Read` – зчитує активний пакет даних за буфера порту.
- 3) `TComPort.Write` – записує пакет даних до буфера порту.
- 4) `TComPort.Close` – перериває зв'язок з портом, звільняючи його для роботи з іншими додатками чи системою.

Висновки.

1. Використання портів стандарту RS-232c в фізичному виді чи емульованому режимі є ефективним рішенням для організації обміну даних в системі ПК – пристрій.

2. Розробка програмного забезпечення для комунікації з зовнішньою периферією через перетворювач PL2303 на програмній базі IDE Delphi є можливою і забезпечує достатню якість комунікації в емульованому режимі.

Список літератури

1. Хамахер К. Организация ЭВМ. 5-е изд. [Текст] / К. Хамахер, 3. Вранешич, С. Заки. – СПб.: Издательская группа BHV, 2003. – 848 с.
2. Панин А. Визуальный компонент-монитор СОМ-порта [Електронний ресурс] / А. Панин // Хабрахабр. – 2011. – Режим доступу: <https://habrahabr.ru/post/120183/>. – Назва з екрану.

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТЕКТОРІВ ГАЗОАНАЛІТИЧНИХ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ

Сіренко М. М., Вербицький М. Е., Крутов М. М., Петруша О. В.
НТУ «ХПІ», вул. Курникова, 2, Харків, Україна, 61002,
sirnn2@gmail.com

Різноманіття сучасних газоаналізаторів обумовлене широким спектром застосованих фізико-хімічних методів газоаналізу і відповідних первинних вимірювальних перетворювачів (детекторів), класифікація типів яких сьогодні нараховує понад 50 [1]. Нормативними документами [2, 3] встановлений певний ряд метрологічних характеристик газоаналізаторів та вимоги до їх нормування. Але їх нормовані значення, діапазони та характер їх зміни в основному залежать від характеристик самих детекторів. Крім цього, в залежності від застосованих методів аналізу залежить і перелік впливних величин та особливих для конкретного типу газоаналізатору характеристик детекторів. Їх дослідження, класифікація, способи розрахунку є актуальною задачею розробників і виробників газоаналітичних приладів.

Такими особливими характеристиками, притаманними майже всім типам детекторів, є функції перетворення і градувальні характеристики, які як правило є нелінійними; чутливість до концентрації аналізованої газової суміші (АГС) та пороги чутливості; лінійний діапазон перетворення та швидкодія детектора.

Чутливість детектора відображає ступінь взаємодії АГС з ним і визначає величину сигналу, який відповідає вмісту концентрації певної речовини в газі-носії. Для іонізаційних детекторів часто оцінюють відносні значення молярної та вагової чутливості. Для потокових детекторів поріг чутливості може бути вираженим через мінімальний потік аналізованої речовини, або через її мінімальну об'ємну концентрацію в АГС.

Діапазон вимірювань газоаналізатора повинен мати вигляд 1×10^n ; 2×10^n або 5×10^n , де n - будь-яке ціле число або нуль [3]. Для цього потрібно враховувати лінійний діапазон детектора, який характеризується відношенням найбільшого значення вимірюваної ним концентрації до найменшого, між якими знаходиться зона лінійної залежності сигналу від концентрації АГС. Чим ближче ця залежність до лінійної, тим точніші вимірювання. В межах діапазону лінійності чутливість детектора не залежить від концентрації. Склад та якість підготовки проб АГС впливає на лінійність детектора. Чим більшу чутливість має детектор до конкретної речовини, тим менше по цій речовині діапазон його лінійності.

До особливих характеристик найбільш розповсюджених теплових, оптичних, електрохімічних, іонізаційних детекторів відносяться також і

коефіцієнти відносної чутливості, величини фоновому сигналу (струму, напруги), рівень флуктуаційних шумів, дрейф вихідного сигналу [1-3].

Відмінність чутливості детектора до різних речовин може бути оцінена коефіцієнтом відносної чутливості, яка дорівнює відношенню чутливості детектора до аналізованого компонента до його чутливості до речовини, яка обрана за умовну еталонну або еквівалентну речовину.

Сигнал детектора у відсутності АГС вважається фоновим. Він визначається вмістом домішок у АГС і режимом роботи детектора. Швидка хаотична зміна фоновому сигналу називається шумом. Рівень шуму визначається короточасними флуктуаціями. Величина шуму, виражена в одиницях сигналу детектора, і є рівнем флуктуаційного шуму. Основними джерелами появи фоновому сигналу, флуктуаційних шумів і дрейфу вихідного сигналу є флуктуації температури комірок (кювет) і чутливих елементів детекторів, їх взаємодія з турбулентними потоками АГС, механічні вібрації, якість підготовки проб і чистота газів-носіїв, не повна ідентичність однотипних детекторів при їх сервісній заміні тощо.

Важливою характеристикою детектору є його швидкодія (або інерційність), тобто здатність детектора швидко реагувати на різку зміну концентрації аналізованої речовини в потоці газу-носія. Інерційність роботи детектора є наслідком обмеженої швидкості фізичних або фізико-хімічних процесів, які визначають принцип роботи детектора.

Представлена методика визначення цих характеристик.

Впливними величинами для детекторів є хімічний склад газу-носія, його об'ємна швидкість, тип та конструкція чутливого елементу та інші. Наприклад, для термокондуктометричного детектора теплопровідності газу-носія і АГС повинні різко відрізнятися, а об'ємна швидкість АГС повинна забезпечувати максимальну чутливість детектора. Вибір типу чутливого елементу (дротові резистори або термістори) суттєво впливає на ступінь не лінійності градувальної характеристики і згодом на розміри діапазонів вимірювання із заданою точністю.

Основним результатом подібних досліджень слід вважати рекомендації виробникам враховувати особливості характеристик детекторів і впливних величин при розробці технічних завдань та/або технічних умов для підвищення якості метрологічного забезпечення виробництва і експлуатації газоаналітичних приладів і систем.

Список літератури

1. Аналітичні екологічні прилади та системи [Текст] / В.А. Порев, О.А. Дашковський, Я.Л. Миндюк, В.П. Приміський. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. - 336 с.
2. ДСТУ 2608-94. Аналізатори газів для контролю атмосфери. Загальні технічні вимоги і методи випробувань. - К.: 1994. - 23 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК УЛЬТРАЗВУКОВИХ КОНТАКТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Скиба О. О., Сучков Г. М.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

При ультразвуковій дефектоскопії, товщинометрії та визначенні фізико-механічних характеристик широко використовуються п'єзoeлектричні перетворювачі [1]. Слід відзначити, що найбільш вживаними перетворювачами є пристрої виготовлені передовими закордонними фірмами: Sonatest, Krautkramer, AFN4-6-70L, AN-5070 та інші. При цьому головними параметрами п'єзoeлектричних перетворювачів є залежності їх роботи від отримуваної амплітуди та частоти.

В процесі виконання науково – дослідної роботи досліджено п'єзoeлектричні перетворювачі SMA4-70ZR (Sonatest), MWB70-4 (Krautkramer), AFN4-6-70L та AN-5070.

Результати досліджень.

Визначення зв'язку тривалості ультразвукових імпульсів перетворювачів з частотою коливань.

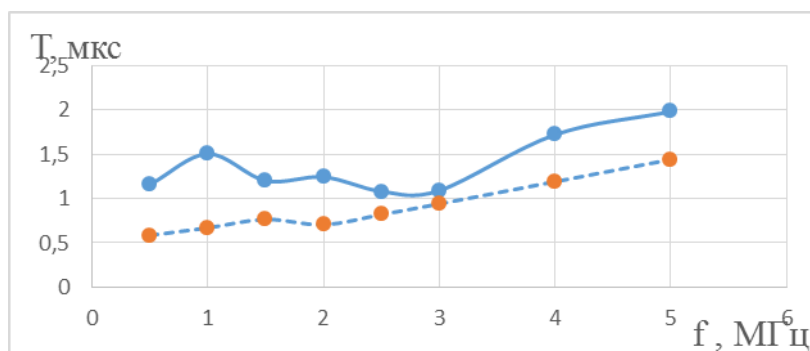


Рисунок 1 – Залежності тривалості імпульсу до частоти ПЕП SMA4-70ZR (з демпфуванням та без)

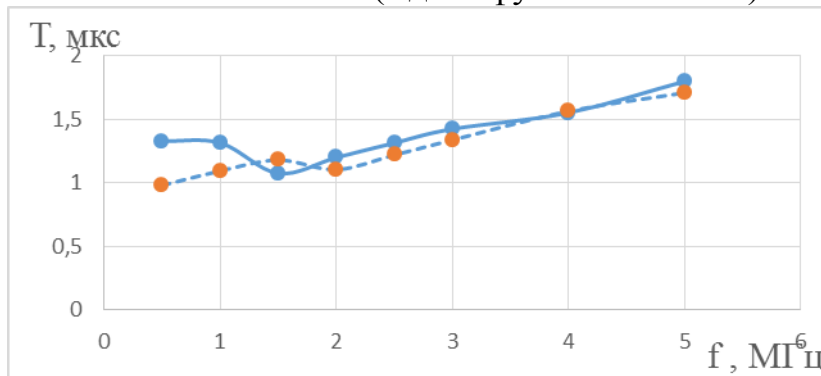


Рисунок 2 – Графік залежності тривалості імпульсу до частоти ПЕП MWB70-4 (з демпфуванням та без)

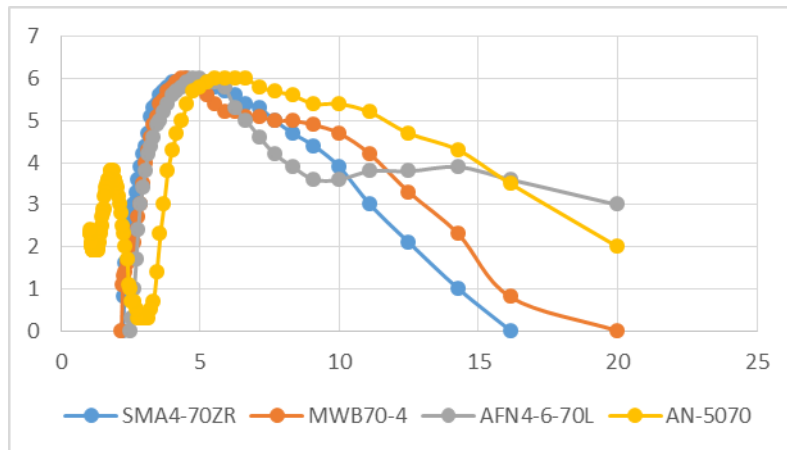


Рисунок.3 – Залежність амплітуди імпульсів від відносної частоти (без демпфування)

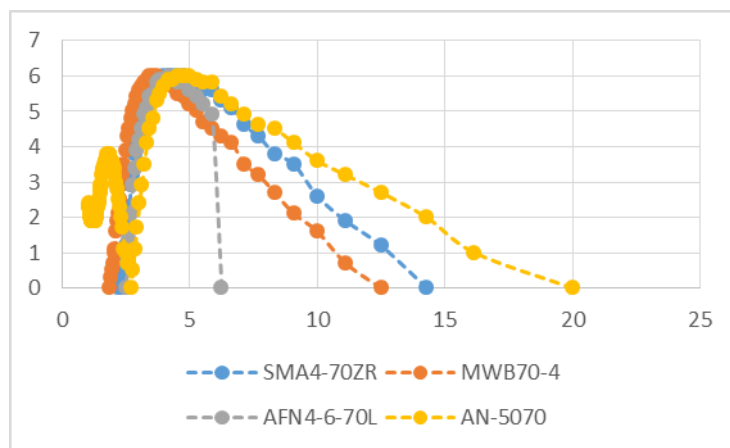


Рисунок 4 – Залежність амплітуди імпульсів від відносної частоти (з демпфуванням)

Аналіз даних наведених на рис.1-4 дозволяє зробити висновок, що перетворювач SMA4-70ZR від фірми Sonatest має стабільні характеристики в порівнянні з іншими дослідженими при виконанні роботи.

На достатньому рівні є характеристики перетворювача MWB70-4 фірми Krautkramer.

Перетворювачі AFN4-6-70L та AN-5070 мають достатньо нестабільні характеристики і не рекомендуються для виконання контролю.

Список літератури

1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под ред. В.В. Клюева. Т.3: Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. – Москва: Машиностроение, 2008. – 864 с.

ТЕХНІЧНИЙ Й ОПЕРАТИВНО-ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ В ПЕРВИННИХ МЕРЕЖАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ

Смолін Ю. О., Панасенко Д. П., Вяткін В. С.
НТУ «ХПІ», Україна, 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2
uas8735@gmail.com

На сучасному етапі розвитку галузі зв'язку велике значення мають організація технічного контролю систем та мереж зв'язку України і підготовка фахівців у цьому напрямі.

Методи контролю безпосередньо пов'язані з методами експлуатації та оцінкою ефективності мережі зв'язку та управління телекомунікаціями (TMN) їх систем передавання та апаратури каналів і трактів.

При впровадженні новітніх інфокомунікаційних технологій, моделі прискореного розвитку українських телекомунікацій, впливу розширення Європейського союзу суттєва увага приділяється перспективним засобам та технологіям контролю стану телекомунікацій.

Проаналізуємо і систематизуємо основні відомості з тактової мережної синхронізації та її впровадження на первинній мережі України, а також методи, елементну базу системи тактової синхронізації (СТС) та її структурної схеми з точки зору проведення існуючих різновидів контролю.

Основою побудови майбутніх телекомунікаційних систем зв'язку можна вважати три основні технології: технологія послуг; технологія телекомунікаційних мереж; технологія компонентів, з яких складається телекомунікаційна мережа. До складу будь-якої з цих технологій обов'язково надходять операції контролю.

Основними принципами побудови системи технічної експлуатації (СТЕ) системи телекомунікаційних мереж є такі:

- раціональна концепція ресурсів і засобів обслуговування;
- організація функцій контролю і управління;
- раціональна автоматизація процесів збору, обліку і обробки інформації; оптимальне управління [1].

Отже організація і проведення контролю є одною з основних принципів як побудови так і експлуатації телекомунікаційних мереж.

Розглянемо спрощену структурну схему технічного і оперативно-технічного контролю первинної телекомунікаційної мережі, що складається з двох основних частин аналогової та цифрової первинної мережі і наведена на рисунку 1.

За такою структурою реалізується Система (автоматизована) оперативно-технічного обслуговування (СОТО) первинної мережі основними завданнями якої є [2,3]:

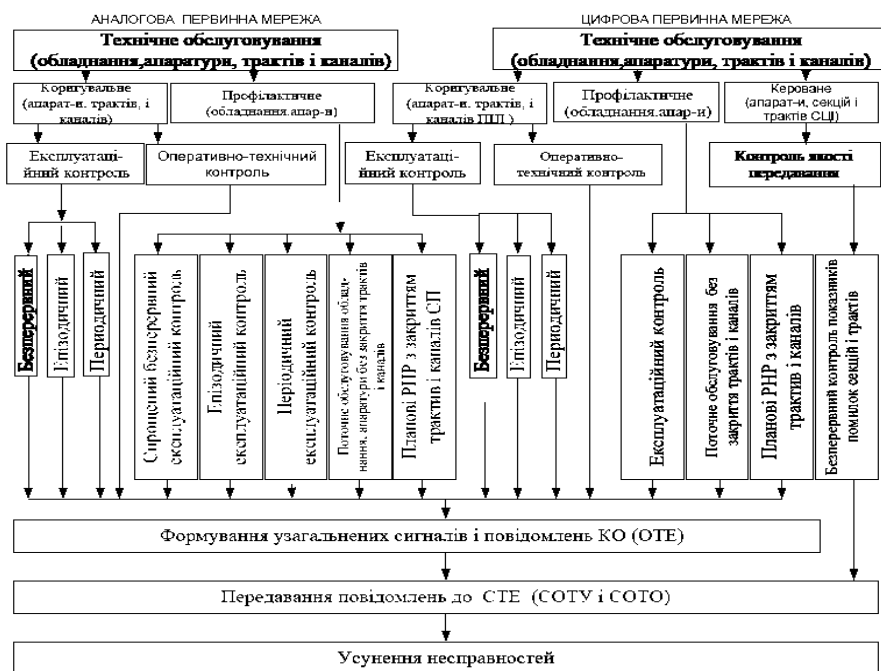


Рисунок 1 – Спрощена структурна схема технічного і оперативно-технічного контролю первинної телекомунікаційної мережі

– експлуатаційний контроль якості об’єктів експлуатаційного контролю (ОЕК) та їх елементів для виявлення, попередження і прогнозування відмов і підтримання якісних показників споруд, обладнання, апаратури трактів і каналів передачі в заданих межах;

– обробка і аналіз одержаних результатів контролю і, при необхідності, подача заявок і виведення з експлуатації трактів і каналів передачі для усунення виявлених пошкоджень;

– аналіз первинних сигналів і визначення характеру і місця несправності на своєму вузлі (станції), в зоні технічного обслуговування і прилеглої ланки.

Список літератури

1. Бондаренко В. Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв’язку. [Підручник] / В.Г.Бондаренко. – К. : ДУІКТ, 2011. – 614с.
2. Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина перша. Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації: КНД-45-140-99. – К.: ДКЗІУ, 2001. – 80с.
3. Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина друга. Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів і каналів передавання: КНД-45-162-2000. –К. : ДКЗІУ, 2002. – 108с.

РОЗПОДІЛ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ДЕФЕКТА В МЕТАЛЕВОМУ ВИРОБІ

Хомяк Ю. В., Гонтар В. Ю.

***НТУ «ХПІ», кафедра "Комп'ютерні та радіоелектронні системи
контролю та діагностики", вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002,
thesleroy@gmail.com***

При сучасному рівні розвитку виробництва, постійно зростають вимоги до надійності та безпеки експлуатації складних, дорогих інженерних споруд та технічних систем, що потребує проведення контролю якості продукції. Для оцінки технічного стану об'єктів і вузлів на різних стадіях виробництва і експлуатації у багатьох галузях промисловості широко застосовуються методи неруйнівного контролю [1 – 3]. У виробництві металевих виробів та їх експлуатації часто зустрічаються поверхневі дефекти [1, 2]. При контролі поверхні виробів з металу велике поширення одержав вихрострумний метод [2, 3].

На сьогоднішній день було проведено багато наукових досліджень електромагнітного поля дефекту [2, 4], але у всіх випадках вважалося, що електромагнітне поле [4] в металевому виробу було викликано однорідним збудженням. Наше дослідження даної теми відрізняється тим, що електромагнітне поле викликано за рахунок неоднорідного збудження лінійним струмом [5].

Суть роботи полягає в тому, щоб експериментальним шляхом отримати інформацію про те, як розподіляється електромагнітне поле поверхневого дефекта в металевому виробі. Для цього потрібно заміряти електромагнітне поле на певній площі металевого виробу навколо дефекту.

Експеримент проводився на плоскому зразку з вуглецевої сталі, виготовленої з підшви рейки. Зразок має штучний дефект, виконаний електроерозійним способом. Для проведення дослідження на зразок перпендикулярно до штучного дефекту була намотана збуджувальна обмотка, яка має 3 витки. Датчик електромагнітного поля являє собою котушку індуктивності, яка має 500 витків. Орієнтація датчика в просторі вибрана у напрямі протікання струму збудження, що відповідає складовій поля, яка виникає за рахунок викривлення вихрових струмів дефектом.

В даному експерименті використовувався синусоїдальний сигнал силою струму 100 мА та частотою 200 кГц. За рахунок переміщення датчика над поверхнею зразка отримано розподіл магнітного поля поверхневого дефекту (рис. 1). На рисунку ординаті 86,5 мм відповідає збуджувальний струм, а абсцисі 13,5 мм – дефект. Значення сигналу датчика наведено у мВ.

Аналіз результатів експерименту показав, що очікувана симетричність відносно дефекта та струму збудження має певні недоліки,

які пов'язані з точністю процесу сканування, встановлення датчика магнітного поля та реальною неоднорідністю електромагнітних параметрів металевго зразка.

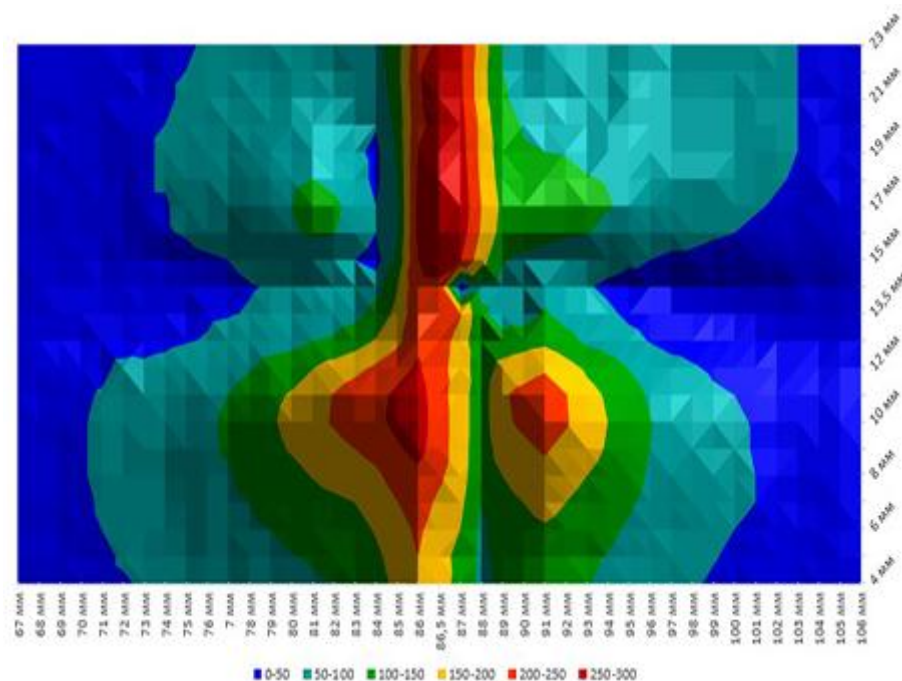


Рисунок 1 – Розподіл магнітного поля

Наступним етапом проведення експериментів є дослідження зразків з інших матеріалів та моделювання за допомогою методу кінцевих елементів.

Список літератури

1. Білокур І.П. Основи дефектоскопії [підручник] / І.П.Білокур. – К.: Азімут, 2004. – 496с.
2. Неразрушающий контроль. Справочник: В 8 т. / [Под общ. ред. В.В. Клюева], Изд. 2-е, перераб. и испр. – М.: Машиностроение, 2006.
3. Ермолов И. Н. Методы и средства неразрушающего контроля качества [Текст]. / И. Н. Ермолов, Ю. А. Останин. – М.: Высшая школа, 1988. – 368 с.
4. Теорія електромагнітного поля: [навч. посіб.]. / Іван Болеста. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2013. – 478 с.
5. Сучков Г. М. Распределение плотности вихревых токов в металлическом образце, возбуждаемых полем линейного тока [Текст] / Г. М. Сучков, Ю. В. Хомяк, С. Н. Глоба, А. Ю. Слободчук // Вісник НТУ «ХП». – 2014. – №44(1087). – С.170–175.

ДЖЕРЕЛО СТРУМУ ДЛЯ КАЛІБРУВАЛЬНОГО СОЛЕНОЇДУ

Хомяк Ю. В., Чернявський А. С.

НТУ «ХПІ», кафедра "Комп'ютерні та радіоелектронні системи контролю та діагностики", вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002, homyak.yv@gmail.com

Для калібрування та дослідження первинних перетворювачів магнітного поля потрібні стабільні джерела з заданими параметрами. В якості таких у найпростішому випадку може бути застосований соленоїд. Як відомо магнітне поле яке утворюється у такому соленоїді пропорційне значенню струму який його живить. Тому точність та відхилення значень магнітного поля визначається мірою забезпечення точності завдання струму живлення. Тому створення джерела стабільного струму є актуальною задачею, від рішення якої залежить точність налаштування засобів магніто-вимірювальної техніки.

Враховуючи вище зазначене, було побудоване просте і високоякісне джерело струму для заземленого навантаження. В основі роботи схеми (рис. 1) полягає властивість операційного підсилювача змінювати вихідну напругу так щоб зрівняти напругу на входах завдяки ланцюгам зворотного зв'язку. Мікросхема DA1 – стабілізатор напруги, який служить джерелом опорного сигналу. За допомогою змінного резистора R2 здійснюється встановлення необхідного струму через соленоїд. Струм контролюється за допомогою вольтметра, підключеного до шунта Rш.

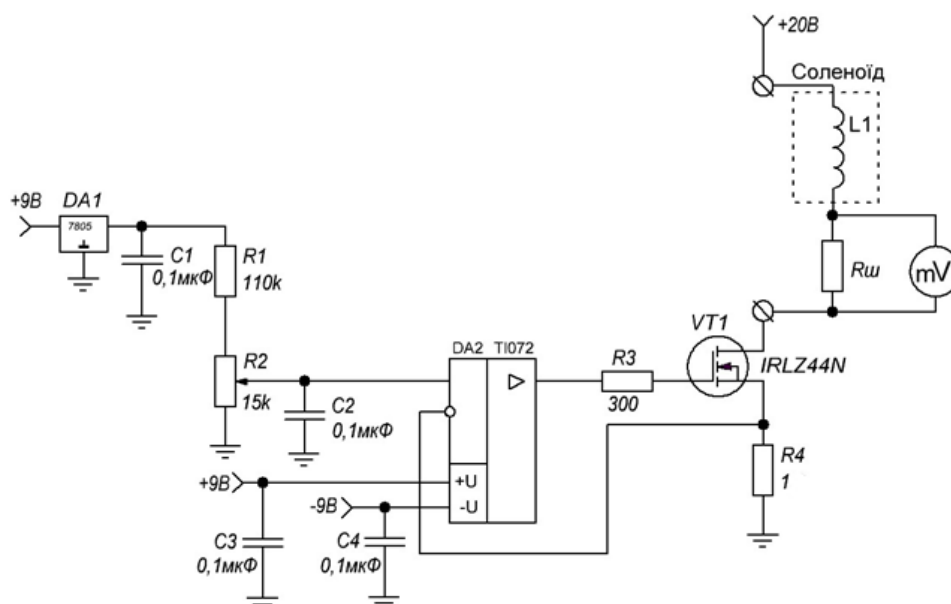


Рисунок 1 – Електрична принципова схема джерела струму.

У якості силового елемента використано польовий транзистор VT1 з низьким внутрішнім опором. Конденсатори C1 – C4 забезпечують

зменшення впливу імпульсних завад ланцюгів живлення схеми.

Зміна опору навантаження змінює напругу на резисторі R_4 , який задає струм. Через зворотній зв'язок операційний підсилювач $DA1$ підтримує вихідну напругу таким чином, щоб падіння напруги на R_4 дорівнювало значенню опорної напруги. Стабілізується струм навантаження пропорційно падінню напруги на R_4 .

Робота схеми була змодельована у програмі “Electronics Workbench” з метою побудови вольт-амперної характеристики та визначення діапазону напруги, при якій струм буде залишатися стабільним. Результати досліджень отримані у вигляді вольт-амперної характеристики показано на рис. 2.

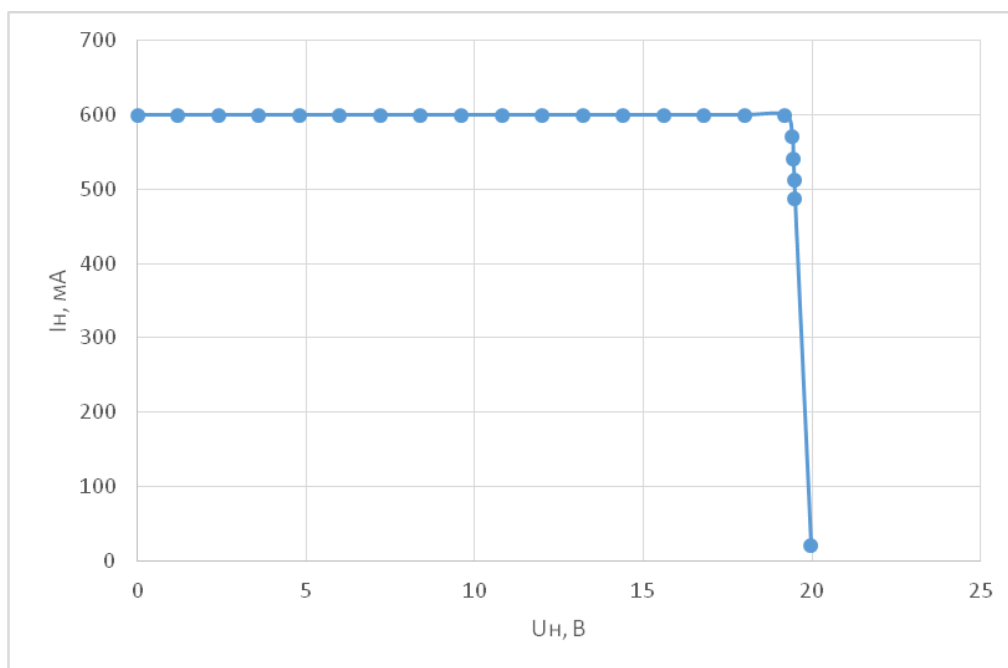


Рисунок 2 – Вольт-амперна характеристика джерела струму

Розроблена схема має наступні переваги: можливість роботи з плаваючим живленням, можливість плавного регулювання вихідного струму, сучасна елементна база.

Список літератури

- 1 Хоровиц П. Искусство схемотехники / П.Хоровиц, У.Хилл Пер. с англ. – М.: Мир, 2003. – 704 с.
- 2 Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств / Г.И. Волович – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. – 528с.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ АКУСТОПРУЖНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ МАТЕРІАЛУ ФАСОННИХ ПРОФІЛІВ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Філіппова М. В., Демченко М. О.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056*

Для забезпечення цілісності будівель необхідно проводити контроль їх технічного стану. Всі конструктивні елементи сталевих фасонних профілів металевих конструкцій працюють на згин, де в місцях найбільшого прогину виникають максимальні значення напружень. Для забезпечення надійності, при проектуванні металевих конструкцій закладають допустимі значення навантажень, що не призведуть до виникнення критичних напружень в зонах максимальної їх концентрації. Тому особливе значення має розробка оперативних методів неруйнівного контролю, що дозволять діагностувати значення фактичних механічних напружень з високою достовірністю на протязі всього життєвого циклу будівлі.

Широке застосування в діагностиці напружень елементів таких як труби, рейки, ободи залізничних коліс, нафтопроводи, і таке інше отримали акустичні методи діагностики, які не потребують складного методичного забезпечення та дозволяють визначати напружено-деформований стан металу за прямопропорційною залежністю від зміни швидкості розповсюдження ультразвукових хвиль.

Реалізація акустичного методу діагностики фактичних механічних напружень полягає у встановленні функціональної залежності між зміною розповсюдження акустичної хвилі та тензорами напружень, оскільки механічні напруження призводять до виникнення затримки часу розповсюдження звуку в середовищі. До переваг акустичного методу відносять відносну простоту, компактність вимірювальної апаратури та універсальність підходу до всіх матеріалів.

В роботі [1] запропоновано використання дзеркально-тіньового методу для визначення механічних напружень в полках фасонних профілів. Зокрема з урахуванням швидкості поширення ультразвукової хвилі в ненапруженому ділянці фасонного профілю. Це дозволяє проводити вимірювання дійсних напруг без використання зразків металу з нульовими напруженнями.

Тому метою даної роботи є розробка методики визначення акустопружності коефіцієнтів для матеріалу фасонних профілів, що пов'язують напруження в металі з фізико-механічними та хімічними його властивостями.

Методику визначення коефіцієнтів акустопружності для матеріалу фасонних профілів металевих конструкцій з використанням системи діагностики напружено-деформованого стану металевих конструкцій [2] можна представити у вигляді наступного алгоритму:

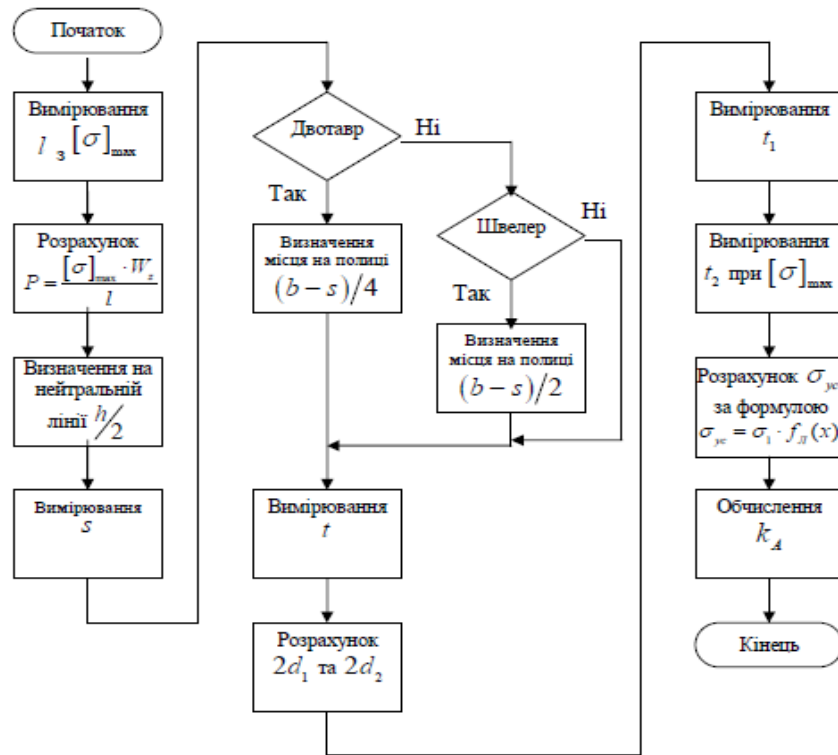


Рисунок 1 – Алгоритм визначення акустопружності коефіцієнтів для матеріалу фасонних профілів металевих конструкцій

Запропонована методика дозволяє встановлювати акустопружності коефіцієнти зв'язку для матеріалу фасонних профілів. Отримані коефіцієнти для механічного напруження розтягування і стиснення, які виникають на верхній і нижній полицях профілю, дозволяють реалізувати акустичну діагностику фасонних профілів металевих конструкцій будівель, що експлуатуються.

Список літератури

1. Демченко М.А. Определение напряженного состояния элементов металлоконструкций методом акустической тензометрии / М.В. Филиппова, Г.А. Богдан, М.А. Демченко // Вісник Національного технічного університету України. Серія Приладобудування. – 2016. – № 51(1). – 64-68.
2. Демченко М.О. Система неруйнівного контролю балочних елементів промислових споруд / М. О. Демченко, М. В. Філіппова, В. М. Безручко // Системи обробки інформації. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – 2015. – № 6(131). – С.39-42.

СЕКЦІЯ 4. ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВИРТУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Балев В.Н.

НТУ «ХПИ», ул. Кирпичова, 2, г. Харьков, Украина, 61002

Бурное развитие информационных технологий внесло существенные коррективы во многие сферы жизни, изменив подходы к решению возникающих задач, не составляет исключение и измерительная техника, где появились виртуальные средства измерений, использующие достижения компьютерных и информационных технологий для упрощения получения, обработки и визуализации измерительной информации.

Виртуальные средства измерений, несмотря на свою “виртуальность”, имеют в своем составе существенную материальную составляющую, без которой невозможно реализовать виртуальное средство измерений реальных физических сигналов [1]. Выбор элементной базы виртуальных средств измерений во многом определяет возможности виртуальных средств измерений и их стоимость.

В [1] структура виртуального средства измерения изображена в виде трёх взаимодополняющих друг друга составляющих, представленных на рис. 1.



Рисунок 1 – Упрощенная структура виртуального средства измерения

На рис.1 используются следующие сокращения:

СПЭНФВ - средства преобразования электрических и неэлектрических физических величин в аналоговые или цифровые электрические сигналы (первичные и вторичные измерительные преобразователи, нормирующие преобразователи и т.д.);

СПАС - средства преобразования аналоговых сигналов в цифровые и, при необходимости, первичной обработки, накопления, преобразования к форматам удобным для передачи на необходимое расстояние с целью дальнейшей обработки, документирования и визуализации;

ССОПВИИ - средства сбора, обработки, преобразования и визуализации измерительной информации в вычислительных средствах.

Первые две составляющие виртуального средства измерения по возможности максимально приближены к источнику измерительной информации, а третья составляющая может быть удалена, в зависимости от используемых каналов связи, практически на неограниченное расстояние,

зависящее от вида и мощности используемых сигналов, позволяя получить доступ к этой информации в большинстве мест на планете Земля.

Такое положение дел позволяет строить распределенные в пространстве виртуальные средства измерений, основным требованием при этом является, наличие необходимых каналов связи для соединения между собой элементов СПАС и ССОПВИИ.

Начало двадцать первого века ознаменовалось появлением и широким использованием планшетных компьютеров (Tablet PC), коммуникаторов (карманных персональных компьютеров, дополненных функциональностью мобильных телефонов), смартфонов (мобильных телефонов, дополненных функциональностью карманного персонального компьютера). К настоящему времени эти устройства по своей вычислительной мощности и графическим характеристикам экранов не уступают настольным вариантам компьютеров и легко могут справиться с задачами сбора, обработки и визуализации измерительной информации.

Таким образом, данный класс устройств может с успехом применяться в качестве третьей составляющей виртуальных средств измерений при наличии специального программного обеспечения для конкретных операционных систем, используемых в тех или иных устройствах.

В настоящее время на рынке смартфонов и планшетов основными операционными системами являются Android (компания Google), iOS (компания Apple) и Windows (компания Microsoft). Большое разнообразие и относительно быстрая сменяемость версий операционных систем требует постоянного выпуска современных версий программного обеспечения виртуальных средств измерений учитывающих достаточно частые изменения вносимые в операционные системы.

Ведущий производитель программного обеспечения для виртуальных средств измерений (LabVIEW) фирма National Instruments предлагает специальное приложение Data Dashboard for LabVIEW, позволяющее создавать настраиваемую пользователем панель для мониторинга состояния и управления запущенными программами в LabVIEW используя механизм общих переменных или LabVIEW Web Services.

Такой подход позволяет сделать распределенную в пространстве третью составляющую виртуального средства измерения, где основная программа работает в среде LabVIEW, а доступ к ней возможен с использованием смартфонов и планшетов практически с любой точки нашей планеты.

Список литературы

1. Балев В. Н. Элементная база виртуальных средств измерений / В. Н. Балев // Актуальні проблеми автоматизації та приладобудування : матеріали 3-ї Всеукр. наук.-техн. конф., 8-9 грудня 2016 р. / ред. кол. П. О. Качанова [та ін.]. – Харків : НТУ "ХПІ", 2016. – С. 122-123.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ УВЕЛИЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА АЭС

Банзак Г.В.

*Одесская государственная академия технического регулирования и
качества, ул. Кузнечная, 15, г. Одесса, Украина, 65020*

Одним из основных показателей технологического регламента безопасной эксплуатации (ТРБЭ) блоков АЭС является расход теплоносителя в контурах. Однако погрешность определения этого параметра штатным методом достигает 4...8 % от проектного расхода по разным петлям блока. Например, по результатам пуско-наладочных работ (ПНР) и начала эксплуатации второго блока Калининской АЭС погрешность расхода теплоносителя через петлю составила 600 м³/час (3%) [1,2]. Основной вклад дает погрешность паспортной напорной характеристики главного циркуляционного насоса (ГЦН).

На блоках малой серии проблема усугубляется тем, что реальное значение расхода значительно выше проектного и практически равно максимально допустимому по ТРБЭ.

Неопределенность в этом вопросе приводит к тому, что расход теплоносителя является единственным эксплуатационным параметром таблицы допустимых режимов, для которого в ТРБЭ не приведено значение погрешности.

Оценим эффективность решения такой задачи с помощью существующей сегодня на АЭС системы спектрометрии.

Корреляционный анализ сигналов датчика позволяет определить среднее время транспорта неоднородностей гамма-активности потока теплоносителя между двумя измерительными сечениями трубопровода и, следовательно, оценить время транспорта самого потока. Для этого используется алгоритм вычисления взаимно-корреляционной функции (ВКФ) сигналов $X(t)$ и $Y(t)$, и определения времени задержки второго сигнала относительно первого.

После монтажа вторичной аппаратуры были выполнены измерения уровня шума, приведенного ко входу, при разомкнутом входе усилителя, т.е. неподключенной ионизационной камере. Полученные величины составили $\sim 2 \cdot 10^{-12}$ и $\sim 4 \cdot 10^{-12}$ А в диапазоне частот $f_v = 0 \dots 10$ и $f_v = 0 \dots 30$ Гц, соответственно, т. е. приблизительно 0,01 % от уровня выходного тока ИК.

Абсолютное значение постоянного тока камер определялось по выходному напряжению усилителей, которые предварительно калибровались в лабораторных условиях. Оно составило при номинальной мощности реакторного блока $3 \cdot 10^{-8}$ А, что соответствует ожидаемому по результатам расчетно-экспериментальных обоснований.

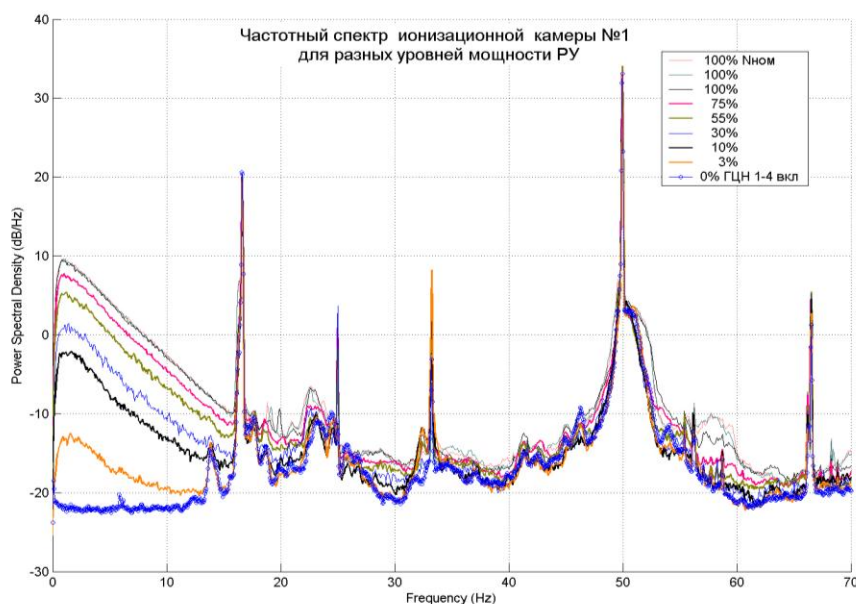


Рисунок 1 – Спектральная плотность мощности сигналов:
частотный спектр сигналов ионизационной камеры
для разных уровней мощности реактора

Из анализа спектральной плотности мощности (СПМ) нефильтрованного сигнала ИК №1 можно сделать выводы (рис. 1):

- значительная часть мощности сигнала сосредоточена в низкочастотной области;
- при увеличении уровня мощности реактора спектр меняется только в диапазоне 0-15 Гц, а форма СПМ выше 15 Гц полностью определяется работой ГЦН.

Это позволяет ограничиться диапазоном 0-15 Гц при расчете взаимно-корреляционной функции (ВКФ).

Высокий уровень корреляции ($\rho = 0,7$) обеспечивает хорошую точность определения максимума временного сдвига ($\tau = 118$ мс). Из графика видно, что система обеспечивает надежную регистрацию расхода уже при 3 % от номинальной мощности реактора.

Список литературы

1. Matsson I. Studies of Nuclear Fuel Performance Using On-site Gamma-ray Spectroscopy and In-pile Measurements / Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology, ISSN 1651-6214; 191, 2006. – 103 p.
2. 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 : Изд-во «БМВ», 2013. – 220 с.

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ СОБСТВЕННОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА ПРИ ВЫСОКИХ ЗАГРУЗКАХ

Банзак О.В.

*Одесская государственная академия технического регулирования и
качества, 65020, г. Одесса, ул. Кузнечная, 15, banzakoksana@gmail.com*

Основным принципом построения системы контроля отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) в данной работе избран для увеличения эффективности измерение спектров собственного гамма-излучения отработавшей тепловыделяющей сборки (ОТВС). При этом оптимальным, с точки зрения минимизации затрат времени, является проведение такого измерения непосредственно в процессе перегрузки ОЯТ: при вертикальном перемещении из стеллажа бассейна выдержки [1].

Такой выбор обусловлен существенно большей информативностью измерений собственного гамма-излучения ОТВС. Подобные измерения позволяют определить выгорание, время выдержки и начальное обогащение контролируемой ОТВС без использования дополнительной информации. В отличие от этого, данные, получаемые с применением существующей методологии – измерение суммарной скорости счета нейтронов, – позволяют оценить выгорание ОЯТ с привлечением дополнительной информации о времени выдержки и начальном обогащении [1,2]. Однако, поскольку время перегрузки регламентировано достаточно жестко, то операции контроля глубины выгорания ЯТ, времени выдержки и начального обогащения должны быть согласованы по времени с графиком процесса перегрузки. Поэтому основным критерием при определении структуры системы контроля глубины выгорания должна быть выбрана ее работоспособность в режиме реального времени.

В соответствии со сформулированными требованиями к системе построена ее структурная схема, приведенная на рисунке 1. Подобная схема может служить в качестве обобщающей для основных систем технологического контроля, обеспечивающих работу АЭС.

В ней реализуется распределенная архитектура построения системы. Устройство детектирования размещается в непосредственной близости от объекта контроля – ядерного топлива (рис. 1). Многоканальный амплитудный анализатор (анализаторы), устройство питания и управления размещаются в специальной конструкции на перегрузочной машине в центральном зале реакторного отделения. В помещении системы управления перегрузочной машиной в реакторном отделении размещается ЭВМ, обеспечивающая обработку измерительной информации. Связь между ПМ и помещением пультной осуществляется при помощи передачи цифровой ин-

формации по витой паре проводов аналогично передаче сигналов датчиков в систему управления перегрузочной машины.

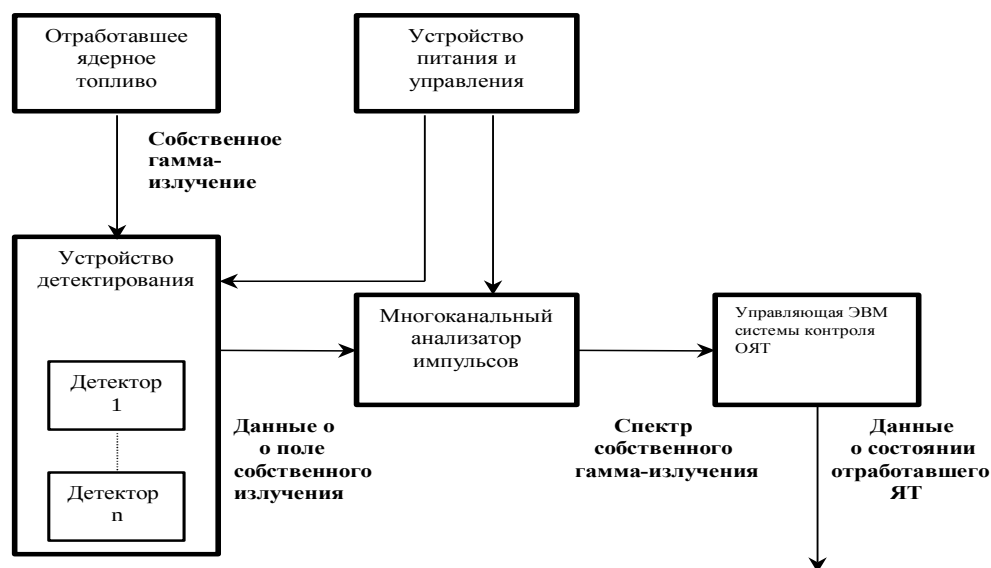


Рисунок 1 – Структурная схема системы контроля состояния отработавшего ядерного топлива в реальном времени

При такой компоновке в максимальной степени обеспечивается выполнение всех перечисленных требований.

В данной работе решена задача об оптимальном количестве и расположении детекторов относительно ТВС. Доказано, что шесть детекторов, расположенных против середины грани ТВС, позволяют перекрыть зоной контроля всю площадь сечения ТВС.

Макетный образец данной системы показал ее существенные преимущества перед существующими при спектрометрических измерениях при нагрузках более $10^5 \dots 10^6 \text{ с}^{-1}$: возможность работы при мощности дозы много более 0,5 Р/ч; энергетическое разрешение не более 10...20 кэВ при регистрации излучения с энергией 0...1,5 МэВ, соответственно; линейность энергетической зависимости разрешения; возможность работы при 320 К.

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 : Изд-во «ВМВ», 2013. – 220 с.
2. Маслов О.В. Информационная технология оценки состояния отработавшего ядерного топлива на АЭС / О.В. Маслов, М.В. Максимов, Н.А. Фридман // 3-я междунар. науч.-технич. конф. "Современные информацион. и электрон. технологии" – г. Одесса, 21–24.05.2002 г. – С. 89.

МОДЕРНІЗАЦІЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ВИМІРЮВАЧА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КЕФІРУ

Безбородий Є. А., Григоренко І. В.
НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002

У роботі [1] у якості засобу зв'язку мікроконтролера з ЕОМ використовувався інтерфейс RS485. Але за для оптимізації підприємства використовують радіо зв'язок такий як Wi-Fi.

Wi-Fi досить широко поширений на сучасному ринку, придбати відповідне обладнання не становить проблем. Крім того, тільки Wi-Fi-обладнання з усіх інших може працювати в різних країнах світу з однаковою ефективністю.

Використання Wi-Fi пристроїв на підприємствах обумовлено високою завадостійкістю, що обумовлює їх застосування на підприємствах з великою кількістю металевих конструкцій. У свою чергу Wi-Fi прилади не створюють істотних перешкод для вузькосмугових радіосигналів [2].

Wi-Fi має багато переваг на відміну від дротового зв'язку. За рахунок відсутності проводів економить час і кошти на їх прокладку і розведення. Мережу можна розширювати майже нескінченно, збільшуючи кількість споживачів і геометрію мережі установкою додаткових точок доступу. На відміну від прокладки дротових мереж, не потрібно спотворювати стіни, стелі і підлогу кабелями, руйнувати стіни і свердлити наскрізні отвори.

На Рис. 1 представлена структурна схема мікроконтролерного вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення кефіру з використанням бездротового зв'язку [3].

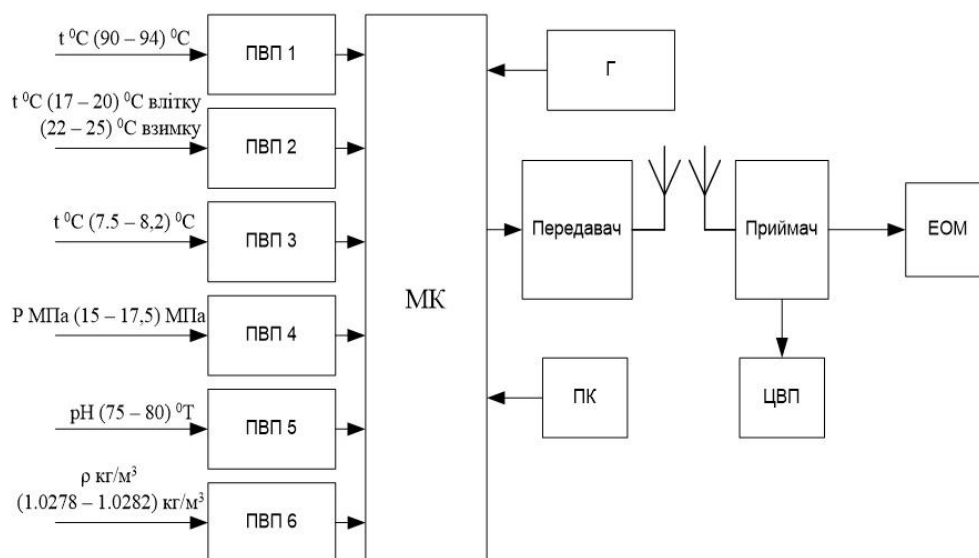


Рисунок 1 – Структурна схема мікроконтролерного вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення кефіру

Wi-Fi зв'язок реалізовано за допомогою передавача, який під'єднується до МК та приймача, що з'єднується з ЕОМ.

До складу передавача входить роутер, який передає інформацію та антена через яку він це реалізує.

Блок приймача складається з антени, яка приймає сигнал та МК який обробляє вхідний сигнал. Далі до цього блоку приєднується ЦВП для відображення інформації та ЕОМ для реєстрації та збереження вхідної інформації.

До МК під'єднані первинні вимірювальні перетворювачі: ПВП1, ПВП2, ПВП3 – датчики призначені для контролю температури, ПВП4 – датчик призначений для контролю тиску, ПВП5 – датчик призначений для контролю кислотності, ПВП6 – густиномір промисловий призначений для контролю густини.

У якості датчика температури обираємо терморезисторний датчик температури РТ100 серії ТТ Клай [4].

Оскільки густина молока, що береться в якості сировини, грає суттєву роль при виготовленні кефіру для її контролю ми обираємо датчик густини НВЦ-П21 [5].

Щоб перевірити якість готового продукту необхідно перевірити його кислотність. Для цього ми обираємо датчик кислотності рН-101П призначений для вимірювання і контролю кислотності кефіру в кінці його виробництва [6].

Оскільки всі процеси проходять в резервуарах то нам необхідно контролювати тиск в них. Для цього ми обираємо ємнісний датчик тиску DMD 331-A-S-LX / HX [7].

Мікроконтролер реалізований на мікросхемі АТmega16, здійснює обробку результату вимірювання і передає готовий результат вимірювання на цифровий відліковий пристрій, представлений мікросхемою МТ-16S2D.

Список літератури

1. Безбородий Є.А. Мікроконтролерний вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення кефіру / Є.А. Безбородий, І.В. Григоренко // III Всеукраїнська науково-технічна конференція «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування України» НТУ «ХПІ». – Харків, 2016. – С. 142–143.
2. Беспроводные Сети Wi Fi [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://africainstruction.jimdo.com>.
3. Григоренко І. В. Модернізація передачі інформації від мікроконтролерного вимірювача до комп'ютера / І. В. Григоренко, Є. А. Безбородий // XXV Міжнар. наук.–практ. конф.: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. – Харків, 2017. – С 115.
4. Офіційний сайт КІП-Сервис. Режим доступу : <http://kipservis.ru>.
5. Датчик густини. Режим доступу : <http://molteh.ru>.
6. Датчик кислотності. Режим доступу : <http://www.dilis.com.ua>.
7. Датчик тиску. Режим доступу : <http://www.bdsensors.ru>.

АВТОМАТИЧНА БАГАТОЗВ'ЯЗНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ВИРОБІВ

Богданов В. О., Ащепкова Н.С.

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара

пр. Гагаріна, 72, м. Дніпро, Україна, 49010

E-mail: slavabogdanov@ukr.net

Розглядається автоматизоване виробництво елементів декору зі спіненого полістиролу (стельовий плінтус, карниз, розетка й т.д.). Технологічна лінія (рис. 1) оснащена формувальними машинами, піноутворювачами й силосами фірми «Аккауа Макіна».



Рисунок 1 – Технологічна схема виготовлення виробів зі спіненого полістиролу

Під час технологічного процесу спінення сировини відбувається при температурі 95-100 °С. Після припинення подачі пари напівфабрикат потрапляє в блок сушіння. Однак обсяг, щільність та зернистість полістиролу може відрізнятися у межах партії сировини. Згідно до схеми технологічного процесу перед кожним етапом необхідно контролювати обсяг, щільність та зернистість напівфабрикату. Для кожного виду виробів встановлено допустимі границі показників якості, наприклад щільність для блоків утеплювача становить 20-25 кг/м³, а для стельового плінтусу - 10-12 кг/м³.

Постановка задачі. Розробити систему керування якістю виробів, що складається з взаємодії системи контролю якості та загальної системи керування.

Система керування якістю має розподіляти партії напівфабрикату на відповідні технологічні дільниці з метою забезпечення ефективності виробництва. Система контролю якості повинна виявляти дефекти готової

продукції: невідповідність деталі й матриці, тріщини, раковини, бульбашки повітря. Водночас загальна система керування має забезпечити узгоджені дії технологічного обладнання (формовочної машини, котла і піноутворювача), допоміжного обладнання (електрокари, рольганги, захвати) і складської системи під керівництвом диспетчера.

Мета дослідження. Розробити автоматичну багатозв'язну систему керування якістю виробів зі спіненого полістиролу.

Для досягнення мети розроблено:

- систему керування побудовану на базі мікроконтролера AT91SAM7S256 і забезпечує оптимізацію параметрів багатозв'язної системи «Температура піноутворення - Кількість циклів - Тиск формування - Час витримки»;

- конструкцію 8 каналної системи ультразвукової дефектоскопії і контролю якості пенополістирольних (пінопластних) деталей.

- систему керування якістю у вигляді експертної системи, яка дозволяє розподіляти партії напівфабрикату на різні технологічні ділянки для забезпечення ефективності виробництва.

Система контролю якості побудована на використанні дефектоскопу УД2 В-П45 у якості вимірювального й дефектоскопічного блоку, 8-канального комутатора і комп'ютера (ПК). Під час випробувань на екран ПК у реальному часі виводяться значення товщини по кожному каналу, графіки товщини всіх каналів одночасно або окремо за останню годину, А и В-розгорнення в кожному каналу, а також зображення перерізів виробу з відхиленням товщини.

Висновки. Застосування лише одного дефектоскопу й комутатору дозволило забезпечити повний контроль у процесі виробництва з мінімальними витратами й необхідною продуктивністю. Використання ПК як системи візуалізації полегшує сприйняття інформації оператором і дозволяє організувати формування протоколу контролю за будь-який час - від декількох годин, до декількох діб.

Список літератури

1. Корягин А. М. Автоматизация типовых технологических процессов и установок [Учебник для вузов] / А. М. Корягин, Н. К. Петров, Н. К. Радимов и др. – М. : Машиностроение, 1988. – 432 с.

2. Блехерман М. Х. Гибкие производственные системы: организационно-экономические аспекты [Текст] / М. Х. Блехерман – М : Экономика, 1988. – 221 с.

3. Дашенко А. И. Проектирование автоматических линий [Текст] / А. И. Дашенко, А. П. Белоусов. – М. : Высшая школа, 1983. – 328 с.

4. Пуховский Е. С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства [Учебник для вузов] / Е. С. Пуховский. – К. : Вища школа, 1989. – 240 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ФАЗОВОЙ СКОРОСТИ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ РЕФЛЕКТОМЕТРОМ

Борисенко Е. А.¹⁾, Харченко В. В.¹⁾, Благов И.Х.²⁾

¹⁾ НТУ «ХПИ», ул. Кирпичова, 2, г. Харьков, Украина, 61002,

²⁾ Технический университет – София, Болгария

Рефлектометрами называют приборы, предназначенные для обнаружения дефектов кабельных линий и определения их местоположения. Рефлектометры в отличие от других методов диагностирования кабельных линий способны выявить повреждения в распределенных сетях без прекращения их эксплуатации [1].

Дефект кабельной линии проявляется, в том числе, в локальном изменении ее волнового сопротивления. Для обнаружения дефекта рефлектометр излучает в кабельную линию импульс, часть энергии которого за счет отличия волнового сопротивления отражается от дефекта. Кроме обнаружения самого факта повреждения кабеля, рефлектометры способны определить расстояние до дефекта. Для этого нужно измерить время, которое требуется излученному импульсу для преодоления расстояния до дефекта и обратно. Кроме этого необходимо иметь данные о фазовой скорости, с которой излученный импульс перемещается по кабелю. Значение расстояния до дефекта l_d определяется как $l_d = \frac{c_\phi t_u}{2}$, где t_u время, разделяющее фронты зондирующего и отраженного от дефекта импульса, c_ϕ фазовая скорость волны в линии.

Известен метод [2], согласно которому значение фазовой скорости определяется на участке диагностируемого кабеля известной длины (реперный участок).

Для исследования поведения сигнала в тестируемом кабеле в среде SPICE-моделирования была создана модель, показанная на рисунке 1. Полученное значение фазовой скорости, может изменяться в зависимости от порога компаратора, по которому фиксируют моменты времени $t_1 - t_2$ и $t_3 - t_4$ (рис. 1). В верхней части рисунка приведена осциллограмма, на которой показан сигнал, присутствующий на входе (темная кривая) и выходе (светлая кривая) реперного участка кабеля.

При исследованиях моделировался случай, когда диагностируемый кабель длиной 32,34 м имел реперный участок длиной 4,56 метра. Пороговые значения напряжения, при которых регистрировались моменты $t_1 - t_2$ и $t_3 - t_4$ менялись в диапазон от 10% до 90% от амплитуды проходящих импульсов. При описанных условиях было установлено, что значение СКО фазовой скорости, определенной по сигналу со входа

реперного отрезка кабеля и с его выхода составляют соответственно $1,319\text{E}+06$ и $4,196\text{E}+05$ м/с.

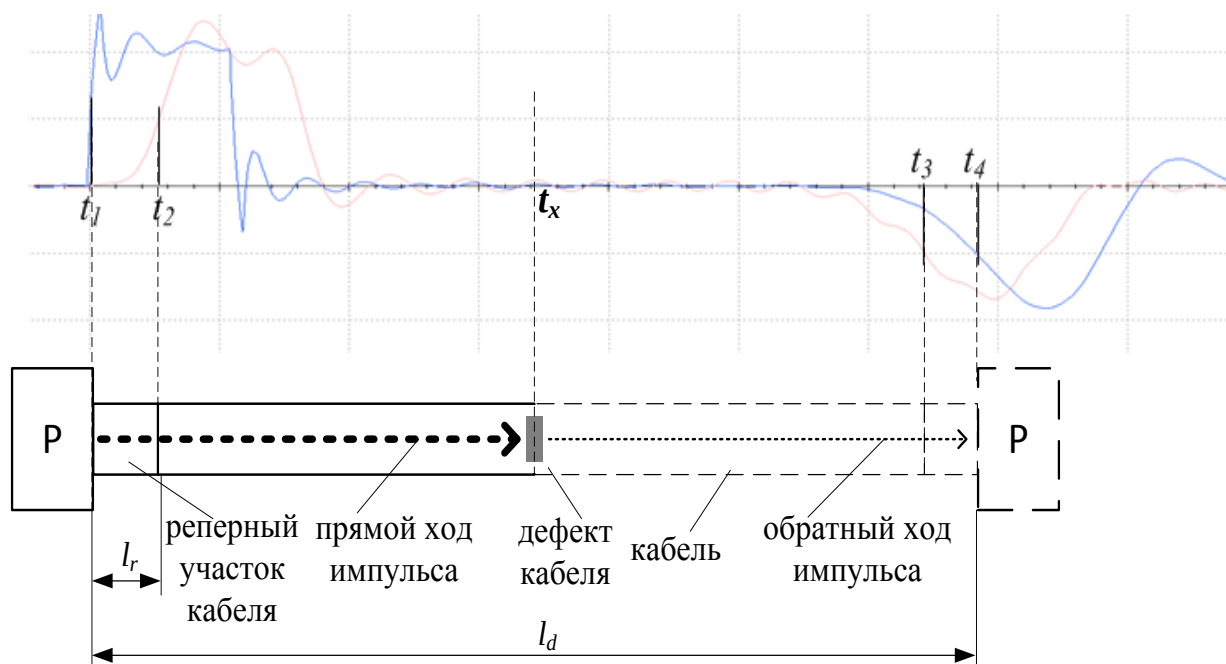


Рисунок 1 – Модель кабельной линии.

Вывод: моделирование показало, что определение фазовой скорости при обратном ходе импульса через реперный кусок кабеля (после отражения от дефекта) имеет меньшее значение СКО при изменении напряжения компаратора и применение такого метода способно повысить точность определения места нахождения дефекта в кабельной линии.

Список литературы

1. A critical comparison of reflectometry methods for location of wiring faults [Электронный ресурс] / [F. Cynthia, C. You, L. Chet та ін.] // Smart structures and systems, Vol. 2, No. 1, pp. 25-46. – 2006. – Режим доступа до ресурсу: http://www.elen.utah.edu/~cfurse/Center%20of%20Excellence/wiring_papers/A_Critical_Comparison.pdf.
2. Hernandez J. C. Time-domain reflectometry. Chapter 5 [Электронный ресурс] / Jean Carlos Hernandez // Georgia Tech Research Corporation. – 2016. Режим доступа до ресурсу: http://www.neetrac.gatech.edu/publications/CDFI/5-TDR_17_with-Copyright.pdf.

ОПТИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОСНОВЕ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК С ЛИНЕЙНЫМ ИЗМЕРЕНИЕМ ПЕРИОДА

Вальдемар Вуйцик¹⁾, Карнакова Гайни Жарасхановна²⁾

¹⁾ *Технический университет «Люблинская политехника»,
Люблин, Польша,*

²⁾ *Таразский государственный университет имени М.Х.Дулати,
Казахстан, Тараз, e-mail: gaini.karnakova@mail.ru*

Вступление. Одним из наиболее часто используемых волоконно-оптических датчиков являются датчики на основе волоконно-брегговских решеток (ВБР). Решетки в этих датчиках отражают световой сигнал, спектральная характеристика которого (длина волны) смещается вместе с изменением измеряемого параметра (температуры и / или деформация). Вследствие этого, волоконно-оптические измерители и датчики (ВОИД) физических полей в последнее время находят большое практическое применение в самых различных отраслях науки и техники, в частности, в силовой энергетике, при мониторинге состояния мощных трансформаторов, функциональных элементов и устройств линий электропередач, СВЧ-трактов.

Технология. Основным параметром, который необходимо контролировать на энергетических объектах, является температура. Благодаря свойствам света и оптического волокна, волоконно-оптические термометры способны производить измерение температуры в условиях сильных электромагнитных помех с высоким временным и пространственным разрешением и весьма высокой точностью. В оптоволоконных сенсорах деформации [1,2] используется дифракционная решетка Брэгга, которая включает большое количество точек отражения, расположенных внутри волокна с определенным интервалом. Таким образом, коэффициент тензочувствительности волоконной решетки Брэгга составляет около 0,78. При измерении изгибающих напряжений на тонких объектах оптическими сенсорами необходимо пользоваться формулой, которая учитывает толщину сенсора

$$\varepsilon_{OF} = \frac{0.5 \cdot h}{0.5 \cdot h + d} \cdot \varepsilon_{Anz}$$

где ε_{OF} – деформация на поверхности объекта, ε_{Anz} – деформация, измеряемая волокном, h – толщина объекта измерения, d – расстояние между волокном и поверхностью объекта.

Современные оптические сенсоры деформации не предусматривают автокомпенсацию температурной зависимости. Сигнал таких сенсоров го-

раздо в большей степени зависит от температуры, чем сигнал тензорезисторов [1,2].

Принципы построения оптических сенсоров. Существует множество различных способов построения сенсорных систем на основе брэгговских решеток. В простейшем случае сенсорная система представляет собой точечный датчик, соединенный через оптический разветвитель с источником светового сигнала и блоком анализатора (рис.1).

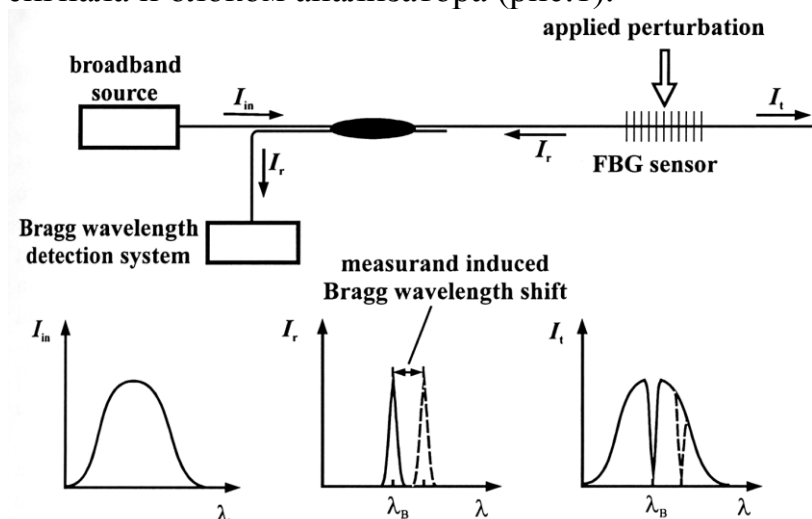


Рисунок 1 – Схема волоконно-оптического брэгговского датчика

Выводы. Оптические сенсоры деформации обладают следующими неоспоримыми преимуществами: измерения с большим числом циклов нагружения; оптические сенсоры деформации позволяют проводить испытания с большим числом циклов нагружения даже на материалах с высокими значениями деформации; оптические сенсоры деформации можно использовать в зонах с электромагнитными влияниями или во взрывоопасных средах.

Список литературы

1. Trutzel M. Dehnungsermittlung mit faseroptischen Bragg-Gitter-Sensoren (Strain measurement using fiber Bragg grating sensors) Dissertation of Technical University of Berlin, Department IV. – UB Stuttgart Dissertation, 2001/2526, 2001.
2. Othonos, A. Fiber Bragg gratings / A. Othonos // Rev. Sci. Instrum. – 1997. – V. 68. – № 12. – P. 4309-4341.
3. Васильев, С. А. Волоконные решетки показателя преломления и их применение / С. А. Васильев, О. И. Медведков, И. Г. Королев, А. С. Божков, А. С. Курков, Е. М. Дианов // Квантовая электроника. – 2005. – Т.35. – № 12. – С. 1085-1092.
4. Кожем'яко В.П., Павлов С.В., Мартинюк Т.Б., Лисенко Г.Л. К 58 Волоконно-оптичні структури комутації та передачі інформації. Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2002. - 106 с.

ОЦЕНИВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КОСЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК

Вальдемар Вуйцик¹⁾, Шедреева Индира²⁾

¹⁾ *Технический университет «Люблинская политехника»,
Люблин, Польша,*

²⁾ *Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати,
Казахстан, Тараз, e-mail: indisher@mail.ru*

Актуальность. Наиболее распространенными волоконно-оптическими датчиками (ВОД) температуры в настоящее время являются датчики амплитудного типа, в которых модуляция проходящего (или отраженного) света при изменении температуры осуществляется за счет зависимости поглощения или отражения среды (кристаллы, специальные волокна и т.д.) от температуры. При создании таких ВОД чаще всего используется эффект сдвига края зоны собственного поглощения в полупроводниках от температуры.

Технология. Сегодня практически мало исследовано влияние температуры на оптические параметры косых решеток Брэгга. Таким образом, не было исчерпывающего исследования, позволяющего судить о том, как изменяются оптические параметры косой Брэгговской решетки в зависимости от влияния температуры. Впервые задача дифракции света на косых решетках была рассмотрена в работах [1-3]. В классической работе Когельника исследована дифракция света на объемной голографической синусоидальной наклонной решетке, созданной в изотропной среде, и выведены уравнения связанных волн, в том числе, и для случая брэгговского режима с двумя дифракционными максимумами.

В ВОД, предназначенных для измерения температуры путем регистрации зависящей от температуры длительности остаточной флуоресценции, последняя должна изменяться линейно с изменением температуры. Таким свойством обладают некоторые соединения редкоземельных элементов, в частности, европия. При облучении этих соединений ультрафиолетовым излучением ($\lambda=0,340,35$)мкм возникает флуоресцентное излучение в диапазоне длин волн (0,540,63)мкм. Длительность послесвечения флуоресценции сильно зависит от температуры. Таким образом, облучая флуоресцентное вещество импульсами ультрафиолетового излучения и сравнивая форму этих исходных импульсов с формой импульсов флуоресцентного послесвечения, можно определять длительность послесвечения и по его зависимости от температуры определять температуру.

Практическая реализация. В настоящее время на основе эффектов флуоресценции и фотолюминисценции разработаны ВОД температуры, позволяющие измерять температуру в диапазоне 0-100⁰С с точностью до $\pm 0,02^0$ С. К недостаткам таких ВОД относятся малая допустимая длина во-

локонно-оптического тракта и сложность фоторегистрирующей аппаратуры вследствие относительно малой мощности флуоресцирующего излучения.

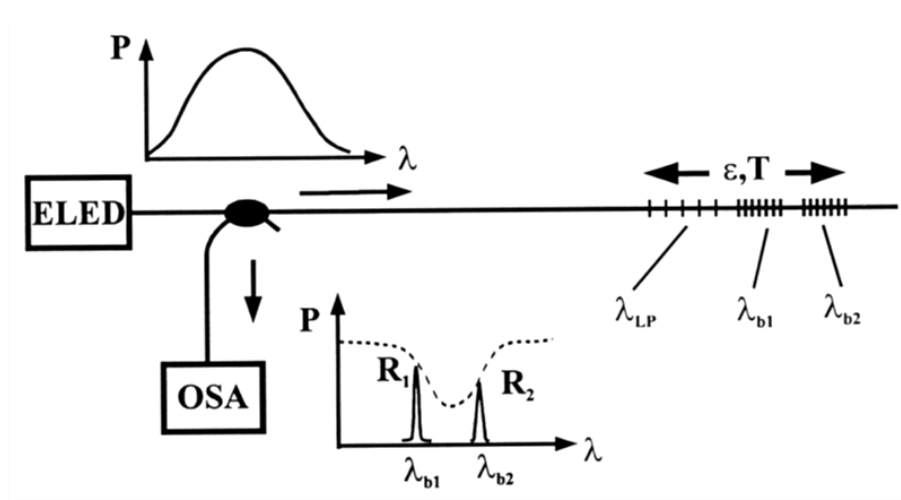


Рисунок 1 – Сенсорная система на основе комбинации брэгговских и длиннопериодной решеток для раздельного анализа температурных изменений и механических деформаций

Выводы. Преимущества оптических волокон и датчиков заключается в том, что они непроводящими, электрически пассивными и невосприимчивыми к ЭМ-помехам. Кроме того, в отличие от электрического канала измерительной системы, каждый оптический канал может опрашивать множество датчиков ВБР, что значительно уменьшает размер и сложность такой системы измерения.

Список литературы

1. Balakshy V.I. Collinear diffraction of divergent optical beams in acousto-optic crystals / V.I. Balakshy, S.N. Mantsevich // Appl. Opt., 2009. – V. 48. – pp. 135–140.
2. Антонов С.Н. Новый акустооптический эффект – брэгговская дифракция без перемодуляции / С.Н. Антонов, А.В. Вайнер, В.В. Проклов, Ю.Г. Реззов // ЖТФ. – 2009. – Т.79. – № 6. – с. 119–123.
3. Антонов С.Н. Влияние пространственной структуры звукового поля на брэгговскую акустооптическую дифракцию в условиях сильной акустической анизотропии / С.Н. Антонов, А.В. Вайнер, В.В. Проклов, Ю.Г. Реззов // ЖТФ. – 2010. – т. 80. – № 3. – с. 97–106.
4. Балакший В.И. Влияние расходимости светового пучка на характеристики коллинеарной дифракции / В.И. Балакший, С.Н. Манцевич // Опт. и спектр. – 2007. – т. 103. – № 5. – с. 831–837.
5. Волоконно-оптичні структури комутації та передачі інформації. [навч. посібник] / В.П. Кожем'яко, С.В. Павлов, Т.Б. Мартинюк, Г.Л. Лисенко. – Вінниця : ВДТУ, 2002. – 106 с.

ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ МИТТЄВОЇ ВИТРАТИ ПАЛИВА БІГЕНЕРАТОРНИМ ВИТРАТОМІРОМ

Гаркуша В.В., Тополов І.І.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002,
igor.i.topolov@gmail.com

У [1] було розглянуто систему контролю витрати пального ДВЗ, на стендових випробуваннях, яка на час вимірювання витрати перемикалася на живлення паливом з вертикальної труби прецизійного внутрішнього діаметру. Таким чином мали можливість контролю миттєвої витрати (час одного вимірювання).

Як продовження попередньої публікації наведемо обґрунтування методу миттєвої витрати палива, бігенераторним витратоміром.

Метод заснований на вимірі миттєвого значення індуктивностей L_1 і L_2 у точках t_1 і t_2 і обчислення миттєві витрати по формулі:

$$\kappa_1 Q = \kappa_1 \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} = \left(\frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1} \right) \frac{1}{L_0} \quad (1)$$

де P_1 і P_2 - ваги палива відповідно в моменти часу t_1 і t_2 ;

κ_1 - постійний коефіцієнт пропорційності.

Різниця $P_2 - P_1$ пропорційна відносної різниці $L_2 - L_1/L_0$. Тоді проблемність завдання складається у труднощі виміру миттєвого значення індуктивності, тому що вимір індуктивності вимагає деякого часу й не може бути виконаний миттєво. Процес виміру миттєвого значення полягає в наступному.

Як показано у [2] вимір індуктивності більш доцільно робити по періоду, а не по частоті. У першому випадку процес виміру виконується шляхом квантування часового проміжку, що складається з деякого постійного числа періодів, імпульсами від генератора постійної частоти. Процес вимірювання ілюструється графічним зображенням, показаним на рисунку.

Суть методу полягає в тім, що обмірювані протягом тимчасових відрізків Δt_1 і Δt_2 значення L_1 і L_2 індуктивностей ставляться до середин відрізків Δt_1 і Δt_2 . Це можливо у випадку, якщо вважати що усередині малих відрізків Δt_1 і Δt_2 тривалість періодів генератора G_x лінійно залежить від індуктивності контуру цього генератора. Як показано у [2] при малих збільшеннях індуктивності таке допущення справедливо. Причому більша лінійність існує при вимірі індуктивності по періоду, чим по частоті. Також у загальному вигляді в бігенераторній схемі індуктивність вимірювального датчика визначається рівняннями:

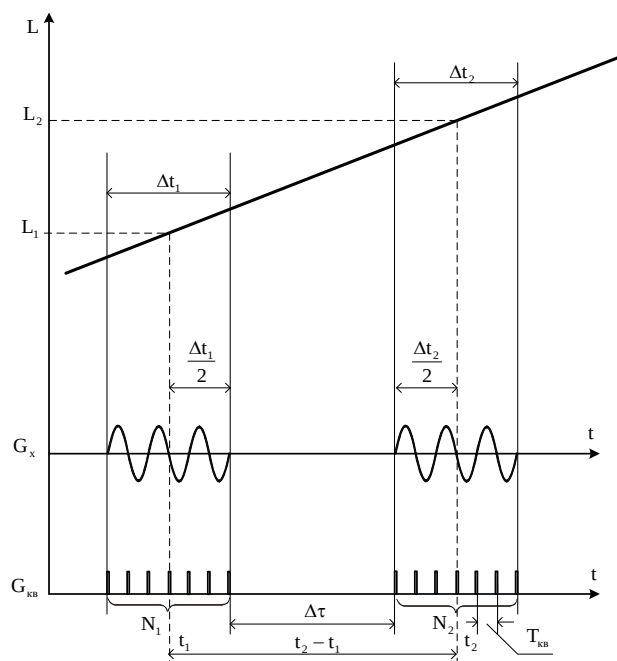


Рисунок 1 – Часова діаграма роботи

$$L_1 = \frac{N_1^2 L_0}{n^2}; \quad L_2 = \frac{N_2^2 L_0}{n^2} \quad (2)$$

де: значення $L_0 = L_{\text{кв}}$ – індуктивність контуру квантуючого генератора. Підставивши в (1) значення індуктивностей з (2), одержимо:

$$\kappa_1 Q = \kappa_1 \frac{(N_2^2 - N_1^2)}{N_0(t_2 - t_1)} \quad (3)$$

Як видно з рисунку

$$t_2 - t_1 = \frac{N_1 T_{\text{кв}}}{2} + \Delta t + \frac{N_2 T_{\text{кв}}}{2} \quad (4)$$

Замінивши значення t_1 , t_2 позначеннями показаними на рис., можна рівняння (3) привести до виду:

$$\kappa_1 Q = \frac{N_2^2 - N_1^2}{N_0^2 \left(\frac{N_1 T_{\text{кв}}}{2} + \Delta \tau + \frac{N_2 T_{\text{кв}}}{2} \right)}. \quad (5)$$

де: $T_{\text{кв}}$ – період квантуючого генератора.

На підставі отриманого рівняння можна зробити наступний вивід. Якщо прийняти $\tau = 0$, тобто починати наступний вимір без паузи після попереднього, рівняння (5) можна значно спростити:

так як: $N_2^2 - N_1^2 = (N_2 + N_1) \cdot (N_2 - N_1)$

$$\kappa_0 Q_{\text{митт}} = \frac{2 \cdot (N_2 - N_1)}{N_0^2 \cdot T_{\text{кв}}} \quad (6)$$

Такий режим легко реалізувати, використавши два лічильники для підрахунку N_1 і N_2 . Тоді з'являється можливість виміру миттєвого значення кожного $Q_{\text{митт}}$.

Список літератури

1. Гаркуша В.В. Система контролю високофорсованих ДВЗ по параметру витрати / В.В. Гаркуша., І.І. Тополов // VI Міжнародна науково-технічна конференція: "Метрологія, інформаційно-вимірювальні технології та системи" (МІВТС-2017) Україна. – Харків, 2017. – С. 63.
2. Полулях К.С. Определение оптимальных параметров автогенераторного расходомера / К.С. Полулях, И.И. Тополов // Украинский метрологический журнал. – 2002. – № 4. – С.48–50.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ У СКЛАДІ МОБІЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Герасимов С.В., Наконечний О.А.

***Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба, 61023, м. Харків, вул. Сумська, 77/79;
e-mail: info@hups.mil.gov.ua; Web (URL): <http://www.hups.mil.gov.ua>***

Контроль технічного стану складних технічних комплексів, у тому числі високотехнологічних зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) (наприклад, радіолокаційних станцій, керованого ракетного озброєння, авіаційної техніки тощо) на сьогодні є єдиним способом підтримання їх у справному стані та істотно впливає на ефективність виконання ними поставлених бойових завдань. Це пов'язано з тим, що переважна більшість зазначених зразків відпрацювала встановлений (призначений) ресурс.

Доведено, що в умовах подальшого удосконалення ОВТ змінюються принципи контролю їх технічного стану. Поступово відбувається перехід від планово-попереджувальної системи технічного обслуговування зразків ОВТ на обслуговування ОВТ за технічним станом. При цьому система контролю технічного стану ОВТ будується за критерієм “оптимізація – ефективність – вартість” і принципу “розумної достатності”. Отже, потрібний комплексний, системний підхід до обґрунтування складу засобів вимірювань для контролю технічного стану зразків ОВТ.

На сьогодні актуальним питанням є розробка та створення мобільних лабораторій вимірювальної техніки (МЛВТ). Задачею таких лабораторій є наближення вимірювального обладнання метрологічних органів (як правило, еталонної бази різних рівнів) до місць розташування засобів вимірювальної техніки, з іншого боку – у впровадженні широкої автоматизації процесів контролю технічного стану зразків ОВТ. Це забезпечить підвищення ефективності робіт метрологічних органів, достовірності контролю та точності вимірювання параметрів ОВТ за рахунок виключення суб'єктивних помилок оператора, проведення багатократних вимірювань і статистичної обробки цих результатів. Отже, актуальним є розробка пропозицій щодо оптимального комплектування МЛВТ засобами вимірювань відповідно до задач контролю технічного стану зразків ОВТ у місцях їх постійної дислокації (розташування) або бойового застосування.

У доповіді наведені результати аналізу існуючих зразків МЛВТ, які знаходяться на озброєнні країн-членів блоку НАТО, Японії та Росії. Показані особливості застосування цих лабораторій у військових конфліктах (операціях).

Обґрунтовано, що сучасним МЛВТ притаманні наступні спільні характеристики: високий рівень автоматизації повірочно-калібрувальних робіт, можливість автоматизованого діагностування та проведення ремонтно-

відновлювальних робіт, функціонування в автономному режимі, універсальна агрегатно-модульна побудова, можливість застосування різноманітних засобів пересування залежно від місцевості.

Наведені особливості подальшого розвитку (модернізації) закордонних МЛВТ, які спрямовані на створення універсальних високонадійних метрологічних засобів із можливістю їх гнучкої перебудови у відповідності до виникаючих вимірювальних задач на об'єктах військового призначення (зразках ОВТ). Зроблено акцент на головний напрям розвитку закордонних МЛВТ – підвищення продуктивності повірочно-калібрувальних і відновлювальних робіт за рахунок збільшення рівня автоматизації.

У доповіді запропонований метод оптимізації засобів вимірювань у складі МЛВТ. Особливість цього методу є розроблена модель вибору та розміщення засобів вимірювань у складі МЛВТ, яка представляє лабораторію у вигляді багаторівневої конструкції з елементів (засобів вимірювань), з урахуванням зв'язків між ними (об'єднання за допомогою каналу загального користування чи інтерфейсної шини). Показано, що аналогічні моделі вибору, розміщення та об'єднання засобів вимірювань у складі МЛВТ є задачами цілочислового програмування. Проведено аналіз методів розв'язання повністю цілочисельних задач математичного програмування. Доведено, що для розрахунку запропонованої моделі необхідно використовувати методи відсікань або комбінаторні методи.

Запропонована математична модель (основа методу) оптимізації засобів вимірювань у складі МЛВТ і обґрунтовані методи її розрахунку дозволили запропонувати принципи комплектування зазначених комплексів для контролю технічного стану зразків ОВТ.

Список літератури

1. Демідов Б.О. Методи оптимального вибору та розміщення засобів вимірювання в складі мобільної інформаційно-вимірювальної системи / Б.О. Демідов, М.В. Борисенко, С.В. Герасимов // Системи озброєння і військова техніка. – 2016. – № 2. – С. 74-78.
2. Герасимов С.В. Розробка оптимальної методики контролю параметрів технічних систем за критерієм точності / С.В. Герасимов // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2014. – № 1. – С. 213-216.
3. Войтенко С.С. Методика визначення складу та виробничих можливостей виїзної метрологічної групи / С.С. Войтенко, А.П. Волобуєв, С.В. Герасимов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2011. – № 2. – С. 136-139.

МУЛЬТИКАНАЛЬНА ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТИСКУ

Говоров А.С., Тополов І.І.

НТУ «ХПІ», вул. Курпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002,

igor.i.topolov@gmail.com

Виміри тисків необхідні практично у будь-якій галузі науки й техніки як при вивченні фізичних процесів, що відбуваються в природі, так і для нормального функціонування технічних пристроїв і технологічних процесів, створених людиною [1].

При перевірці працездатності двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) у процесі тривалих стендових випробувань потрібно робити контроль великої кількості квазістаціонарних величин тисків газоповітряних середовищ. Для цих вимірів до теперішнього часу найбільше поширення одержали водяні п'єзометри (U-образні манометри). Однак останні незважаючи на досить високу точність і простоту конструкції не можуть задовольняти сучасним вимогам, пред'явленим до вимірювальної апаратури через значні габаритні розміри, складності знімання й перетворення вихідної вимірювальної інформації.

Застосування для цих цілей електричних манометрів багато в чому усуває зазначені недоліки. Очевидно, що при великій кількості вимірюваних каналів доцільне застосування замість відповідного числа окремих вимірників, однієї багатоканальної вимірювальної системи з одним датчиком. Тоді значно спрощується вимірювальна частина системи, забезпечується порівнянність результатів виміру та знижується вартість.

Структурна схема МВСКТ представлена на рисунку і містить наступні функціональні блоки (рис.1):

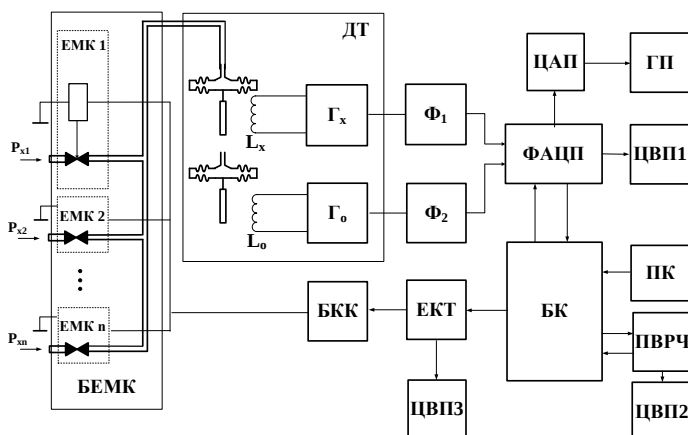


Рисунок 1 – Структурна схема МВСКТ

БЕМК - блок електро-механічних клапанів, ДТ - датчик тисків, Φ_1 , Φ_2 - формувачі, ЕКТ - електронний комутатор тисків, БКК - блок керування клапанами, ФАЦП - функціональний аналого-цифровий перетворювач, БК - блок керування, ПВРЧ - пристрій відліку реального часу, ПК - пульт керування, ЦВП 1,2,3 - цифрові відлікові пристрої.

Вимірювана середа під тиском заповнює чутливий елемент ДТ, силфону коробки. Різницевий тиск викликає лінійне переміщення рухомої

мембрани сильфона, який за допомогою плунжера жорстко пов'язаного з рухомим сердинником котушки індуктивності вимірювального генератора Γ_x . Викликаний у такий спосіб приріст частоти ΔF генератора Γ_x , надходить через формувач Φ_1 на вхід ФАЦП, на інший вхід якого через формувач Φ_2 надходить частота F_0 , від квантуючого генератора Γ_0 . ФАЦП, по командах з БК, робить функціональне перетворення вхідної величини, з лінеаризацією вихідної характеристики, та масштабування результату виміру, для подання його на ЦВП в системних одиницях тиску. Також, паралельно, через ЦАП видає аналоговий сигнал, пропорційний величині вимірюваного тиску на графобудівник (ГБ), або самописець із відповідним часовим розгорненням.

Керування роботою МВСКТ, здійснюється командами із БК відповідно до програми, закладеної в ПЗП, та необхідними корегуючими діями, внесеними оператором відповідно до програми й методики випробувань кожного окремого об'єкта дослідження. Так з ПК проводиться калібрування приладу, програмування точок опитування, корегується, якщо необхідно, чинний час і дата; вводиться час затримки при роботі МВСКТ у циклічному режимі, також встановлюється режим однократного або багаторазового опитування контрольованого каналу.

До складу МВСКТ також входить ЕКТ, що робить комутацію необхідного каналу виміру тиску й видачу на ЦВП номера задіяного каналу, а на БКК, що є силовим блоком для керування ЕМК, сигналів комутації. ПВРЧ, необхідний для хронометражу поточного часу й дати необхідної як одна з інформативних параметрів при складанні звіту про тривалі стендові випробування ДВЗ, остання відображається на ЦВП 3.

Для рішення поставленого завдання - багатоканального контролю й реєстрації тисків у процесі тривалих стендових випробувань нами був вирішений ряд питань, що включають: дослідження впливу каналів перепускних клапанів, та розрахунок оптимально припустимих інтервалів часу затримки на загасання перехідних процесів у каналі передачі тисків [2,3].

Список літератури

1. Хансуваров К.І. Техніка вимірювання тиску, витрат кількості та рідиню рідини, газу та пару / К.І.Хансуваров, В.Г. Цейтлін – К. : Наукова думка, 1989. – 86 с.
2. Полулях К.С. О рациональном выборе информативного параметра в генераторных измерительных устройствах / К.С.Полулях, И.И. Тополов // Вестник Национального Технического Университета «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 1999. – Вып. 64. – С. 132–134.
3. Полулях К.С. Бигенераторные микропроцессорные измерительные преобразователи / К.С.Полулях, И.И. Тополов // Украинский метрологический журнал. – 2004. – №2. – С. 46–50.

БЕСКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Горкунов Б.М., Львов С.Г., Салиба Абдел Нур, Опрышкин А.С.
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичова, 2, г. Харьков, Украина, 61002,
gorkunov@kpi.kharkov.ua

В процессе безаварийной эксплуатации энергетического оборудования часто возникает задача определения фактического напряженно-деформированного состояния отдельных узлов и агрегатов. Бесконтактный контроль механической деформации приводных валов наиболее предпочтительно определять с помощью электромагнитного преобразователя (ЭМП), так как он имеет выходной электрический сигнал, функционально связанный с механическими напряжениями в металлическом приводном валу [1].

В качестве объекта исследования выбран цилиндрический вал, который подвергается механической деформации под действием крутящего момента относительно нормали к осевому сечению и размещен внутри электромагнитного преобразователя трансформаторного типа (рис. 1). Известно, что в области упругих деформаций, вращающий момент, который приложен к приводному валу, можно контролировать по изменению электромагнитных свойств (магнитоупругий и тензорезистивный эффекты) ферромагнитного образца.

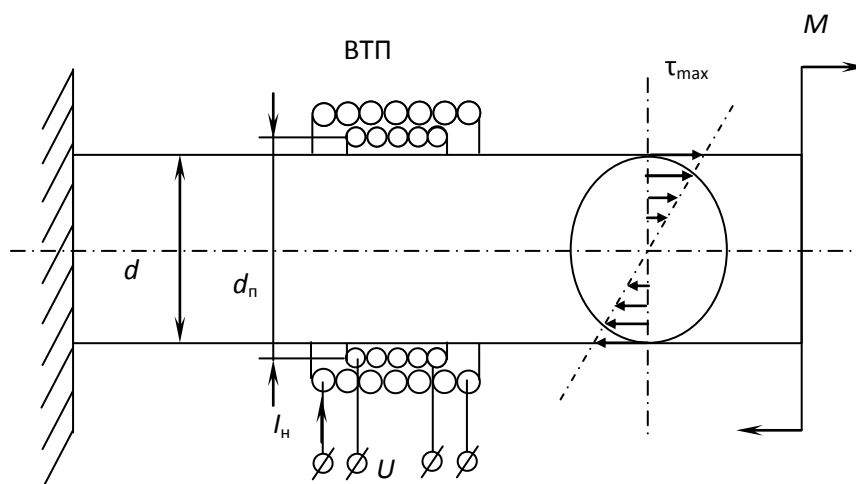


Рисунок 1 – ЭМП с ферромагнитным валом, на который действует вращающий момент

В работах [2,3], показано, что с помощью ЭМП можно бесконтактно измерять μ_r и ρ цилиндрического ферромагнитного образца. Выходными сигналами ЭМП, зависящими от μ_r и ρ являются вносимое (разносное) напряжение U_v и его фаза φ_v при условии постоянства напряженности зон-

дирующего магнитного поля H , его частоты ω и геометрических размеров датчика d_n и ферромагнитного образца.

Выражения, связывающие выходные сигналы трансформаторного ЭМП с электромагнитными параметрами исследуемого образца при заданных режимах работы, исходя из [3], имеют вид:

$$U_v = U_{\Sigma 0} \eta \sqrt{\mu_r^2 K^2 + 1 - 2\mu_r K \cos \varphi_2}; \quad (1)$$

$$\varphi_v = \arctg \frac{\mu_r K \sin \varphi_2}{\mu_r K \cos \varphi_2 - 1}, \quad (2)$$

где функции K , $\sin \varphi_2$, $\cos \varphi_2$ нормированный по амплитуде параметр магнитного потока внутри изделия и его фаза, которые однозначно зависят от обобщенного параметра x ($x = d/2 \sqrt{\mu_0 \mu_r \omega / \rho}$).

В экспериментальных исследованиях использовался трансформаторный ЭМП с параметрами: $d_n = 12$ мм; $l = 170$ мм, ферромагнитный образец с начальными значениями $\mu_r = 300$; $\rho = 5 \cdot 10^{-7}$ Ом·м; $d = 6$ мм, диапазон изменения вращающего момента M находился в пределах от 0 до 8 Н·м, частотный диапазон составлял от 200 Гц до 270 Гц. Чувствительность по выходному напряжению ВТП составила $S_{UV} = 1,2$ мВ/Н·м.

Разработанный электромагнитный преобразователь, в силу объединения в нем магнитоупругого и тензометрического эффектов, легко адаптируется при определении механических моментов скручивания, возникающих в цилиндрических изделиях различных по сортаменту ферромагнитных и немагнитных металлах с преобладанием одного из этих эффектов. Наличие электрического информационного выходного сигнала преобразователя расширяет функциональные возможности датчика при использовании его в системах автоматизированного контроля и управления механических систем.

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. Горкунов Б.М. Электромагнитные методы для бесконтактного измерения механических величин / Б.М. Горкунов, В.П. Себко, Р.И. Кириченко // Український метрологічний журнал. – 2001. – №3 – С.47–50.
3. Горкунов Б.М. Методы и средства бесконтактного контроля механических напряжений, усилий, веса и деформаций в цилиндрических изделиях / Б.М. Горкунов // Вестник НТУ "ХПИ". – 2002. – №12, т.1 – С. 285–288.

РАЗБРАКОВКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИН С ПОМОЩЬЮ НАКЛАДНОГО ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Горкунов Б.М., Львов С.Г., Тищенко А. А., Аббасі Жаббар
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичова, 2, г. Харьков, Украина, 61002,
gorkunov@kpi.kharkov.ua

Накладной вихретоковый преобразователь (ВТП) представляет собой систему из намагничивающей и измерительной обмоток, а также системы контуров вихревых токов в объекте контроля (ОК), протекающих в плоскости параллельной плоскости обмоток ВТП. Геометрические размеры преобразователя и ОК согласуются таким образом, чтобы обеспечить относительную однородность электромагнитного поля в зоне контроля [1].

Известно, что накладной ВТП индуцирует в объекте замкнутые кольцевые вихревые токи, что позволяет представить зону контроля в виде близко расположенных concentрических токопроводов, с толщиной равной эквивалентной глубине проникновения δ электромагнитного поля в образец. На рис. 1 приведена упрощенная физическая модель накладного ВТП, расположенного над поверхностью ферромагнитного плоского ОК с условно бесконечной толщиной.

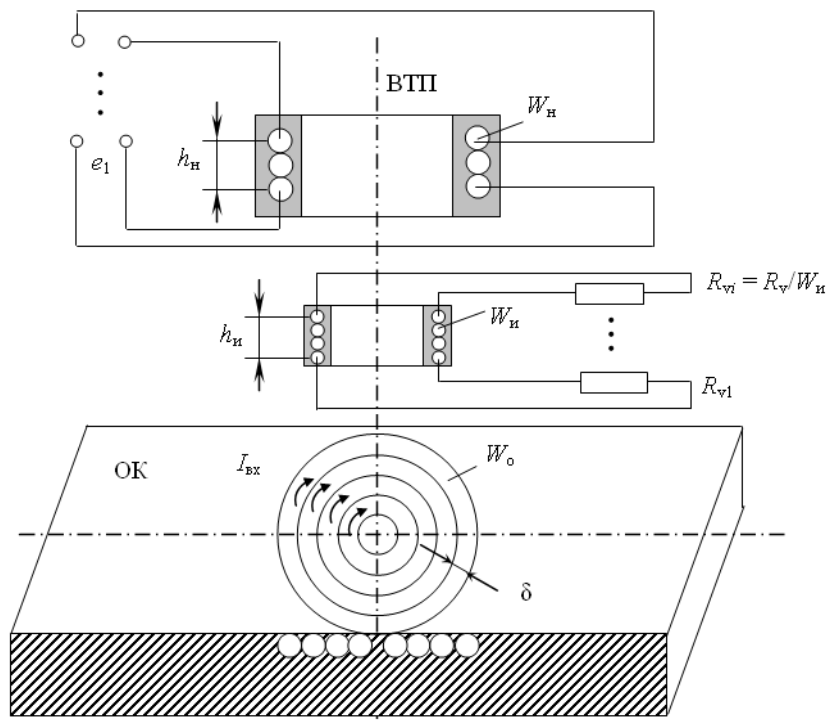


Рисунок 1 – Физическая модель ВТП накладного типа с плоским ОК

Намагничивающая обмотка с количеством витков W_n представлена соответствующими concentрическими токопроводами, каждый из которых

подключен к источнику напряжения e_i и создает возбуждающее электромагнитное поле. Измерительная обмотка с количеством витков $W_{\text{и}}$ замкнута на внутреннее сопротивление вольтметра, обозначенное на рисунке в виде R_V . Зона контроля представлена в виде набора бесконечно близко расположенных концентрических вихретоковых колец W_o с сечением равным эквивалентной глубине проникновения электромагнитного поля δ в материале объекта. Высоту намагничивающей обмотки обозначим $h_{\text{н}}$, а высоту измерительной обмотки – $h_{\text{и}}$.

Для подтверждения правильности выбранной модели накладного трансформаторного ВТП, расположенного над плоским ОК, были проведены экспериментальные исследования [2].

В эксперименте использовался накладной трансформаторный ВТП с параметрами: намагничивающая обмотка высотой $h_{\text{н}} = 12\text{мм}$, радиусом витка $r_{\text{н}} = 77\text{мм}$, диаметр провода $d_{\text{н}} = 0,2\text{мм}$, количество витков $W_{\text{н}} = 50$, расстояние от плоскости образца $z_2 = 30\text{мм}$; измерительная обмотка высотой $h_{\text{и}} = 4\text{мм}$, радиус витка $r_{\text{и}} = 17,7\text{мм}$, диаметр провода $d_{\text{и}} = 0,08\text{мм}$, количество витков $W_{\text{и}} = 48$, расстояние от плоскости образца $(z_2 - z_1) = 12\text{мм}$.

Для медного образца глубина проникновения $\delta = 1,4\text{мм}$; для нержавеющей стали – $\delta = 5,1\text{ мм}$; для ферромагнитной стали – $\delta = 1,4\text{мм}$. Частота намагничивающего тока $= 1000\text{ Гц}$, средняя напряженность магнитного поля в плоскости образца $H = 40\text{ А/м}$. Значение выходного напряжения на измерительной обмотке, когда преобразователь находился вне исследуемого образца, составляло $U_{\Sigma 0} = 9,4\text{ мВ}$ (расчетное значение $U_{\Sigma 0} = 8,6\text{ мВ}$).

Приведенная модель вихретокового преобразователя достаточно точно описывает процессы, происходящие в образце на глубине проникновения электромагнитного поля. Полученные, согласно разработанной модели, расчетные значения результирующего напряжения и его фазы в измерительной обмотке отличаются от экспериментальных значений не более чем на 6-12%, что пригодно для использования в задачах неразрушающего вихретокового контроля.

Список литературы

1. Горкунов Б.М. Модели взаимодействия ВТП при контроле деталей со сложной геометрией в электромагнитных полях разной ориентации / Б.М. Горкунов, И.В. Тюпа, И.Х. Шахин // Технічна електродинаміка, тематичний випуск "Силова електроніка та енергоефективність". – 2010. – ч.2. – С.189–190.
2. Горкунов Б.М. Модель вихретокового преобразователя с зеркально отображенными токами в плоском образце / Б.М. Горкунов, И.В. Тюпа, А.А. Тищенко // Вісник НТУ "ХПІ". – 2007. – №35. – С.51–56.

БЕСКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОВОДЯЩИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Горкунов Б.М., Львов С.Г., Тищенко А. А., Шибан Тамер
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичова, 2, г. Харьков, Украина, 61002,
gorkunov@kpi.kharkov.ua

При эксплуатации оборудования в машиностроении возникает задача контроля состояния элементов конструкций, выполненных из цилиндрических металлических изделий. Особый интерес представляют методы, позволяющие бесконтактно проводить измерения нескольких параметров изделия [1-2].

С целью расширения функциональных возможностей за счет одновременного измерения трех параметров изделия предложен метод бесконтактного измерения параметров цилиндрических проводящих изделий, основанный на возбуждении в образце вихревых токов переменным магнитным полем фиксированной частоты и измерении амплитуды и фазы ЭДС вторичной обмотки преобразователя.

Вдоль образующей цилиндра пропускают возбуждающий ток по проводнику, расположенному над поверхностью изделия, и измеряют без испытуемого изделия значения ЭДС первой и второй пространственных гармоник магнитных потоков возбуждающего тока и при наличии изделия – ЭДС тех же гармоник пространственных магнитных потоков возбуждающего и вихревых токов в изделии, а также измеряют фазу ЭДС первой гармоники на проводниках, расположенных вдоль образующей цилиндра над его поверхностью в местах максимумов пространственных гармоник возбуждающего тока, т.е. на лучах

$$\varphi = \pm \pi/2n \quad (1)$$

где φ – угловая координата в цилиндрической системе, отсчитываемая от проводника с возбуждающим током; n – номер гармоники, причем по величине ЭДС первой гармоники и ее фазе, а также ЭДС второй пространственной гармоники определяют магнитную проницаемость, по значению ЭДС первой пространственной гармоники находят радиус изделия с последующим определением удельной электрической проводимости

Определение электромагнитных и геометрических параметров исследуемого изделия производится следующим образом.

Пропуская переменный ток от задающего генератора фиксированной частоты по возбуждающему проводнику, расположенному над поверхностью изделия (угловая координата $\varphi = 0$) первым вольтметром измеряют ЭДС первой пространственной гармоники на измерительных проводниках, расположенных над поверхностью изделия в координатах $\varphi = 0$ и $\varphi = \pi$, а вторым вольтметром – ЭДС на измерительных проводниках с координатами $\varphi = \pi/2$ и $\varphi = -\pi/2$ второй пространственной гармоники преобразователя

без образца. Затем в преобразователь помещают исследуемый образец, при этом ток в возбуждающем проводнике поддерживают постоянной величины. Измеряют первым вольтметром ЭДС первой пространственной гармоники и вторым вольтметром – ЭДС второй пространственной гармоники преобразователя с образцом, а также фазометром измеряют фазовый угол Φ_1 первой пространственной гармоники по отношению к опорной фазе сигнала, которую получают с помощью катушки взаимной индуктивности. По измеренным ЭДС преобразователя определяют значения нормированных амплитуд первой и второй пространственных гармоник, т.е.

$$A_1 = E_1/E_{10}, \quad (2)$$

$$A_2 = E_2/E_{20}, \quad (3)$$

где E_{10} , E_{20} – ЭДС преобразователя без образца; E_1 , E_2 – ЭДС преобразователя с образцом. Далее находят отношение нормированной амплитуды второй гармоники к квадрату первой. Затем по расчетным зависимостям для вычисленного значения A_2/A_1^2 и измеренного значения Φ_1 , определяют относительную магнитную проницаемость образца μ , после чего, пользуясь зависимостью Φ_1 от x , соответствующей найденному значению μ определяют обобщенный параметр x для значения Φ_1 . Для найденных значений μ и x по зависимости $K = A_1 \cdot d/a$ от x находят величину K , при этом радиус изделия

$$a = \frac{A_1 d}{K} \quad (4)$$

где d – расстояние от измерительного проводника до оси изделия, a – радиус изделия.

Подставляя найденные значения μ , x и a в выражение

$$\sigma = \frac{x^2}{\mu_0 \mu_r a^2 \omega} \quad (5)$$

определяют удельную электрическую проводимость, где μ_0 – магнитная постоянная, $\omega = 2\pi f$ – частота зондирующего поля.

Список литературы

1. Горкунов Б.М. Расширение функциональных возможностей электромагнитных преобразователей с пространственно-периодическими полями / Б.М. Горкунов, Н.Н. Сиренко, И.В. Тюпа, А.А. Тищенко // Вісник НТУ «ХПІ». – 2015. – №19. – С. 15-20.

2. Безконтактний контроль стану дрітів електромереж. Горкунов Б.М., Львов С.Г., Тищенко А.А., Шібан Тамер // Збірник тез доповідей 5-ої науково-практичної конференції "Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання", 24-25 листопада 2015р., м. Івано-Франківськ, ЕІ, ІФНТУНГ. – 2015. – С.51-53.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДОВИЩА В АКВАРІУМІ НА БАЗІ GSM-МОДУЛЯ NEOWAY M660

Григоренко І. В., Михайличенко А. М.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

У роботі [1] був представлений цифровий блок контролю параметрів середовища в акваріумі. Для підключення блоку до електронної обчислювальної машини (ЕОМ) було використано стандартний інтерфейс RS 485 та перетворювач інтерфейсу RS 485 у USB. Однак більш зручним є отримання даних про стан мікроклімату у домашніх акваріумах на мобільний телефон, а також, при необхідності вмикання системи життєзабезпечення також сигналом з мобільного телефону. Вирішити поставлену задачу пропонується завдяки GSM-модулю NEOWAY M660. Зовнішній вигляд модулю представлений на Рис. 1.



Рисунок 1 – GSM-модуль NEOWAY M660 з платою Arduino Nano

Необхідність створення системи контролю пов'язана з тим, що для забезпечення нормального розвитку риб та рослин у акваріумі треба створити середовище найбільш схоже до природного.

Для того щоб риби нормально розвивалися, їх метаболізм повинен бути налаштований на складові середовища. Риби можуть відчувати дискомфорт, погіршення здоров'я або навіть загинути, якщо вода, в якій вони перебувають, яку п'ють, якою дихають, яка взаємодіє з рідкою складовою їх тіла, не відповідає певним вимогам. Особливо якщо ці зміни відбуваються досить різко. Вона містить різні речовини, що додають їй такі цікаві для акваріума властивості, як колір, прозорість, запах, а також значення жорсткості ДН і водневого показника РН. [2].

Для створення системи контролю використовуємо Ардуіно (Arduino) ця назва апаратно-програмних засобів для створення простих електронних

систем автоматики і робототехніки. Система має повністю відкриту архітектуру і орієнтована на непрофесійних користувачів. Програмна частина Ардуіно складається з інтегрованого програмного середовища (IDE), що дозволяє писати, компілювати програми, а також завантажувати їх в апаратуру. Апаратна частина являє собою електронну плату з мікроконтролером, супутніми елементами (стабілізатор живлення, кварцовий резонатор, блокувальні конденсатори і т.п.), портом для зв'язку з персональним комп'ютером, роз'єднувачами для сигналів вводу-виводу і т.п. [3]. Структурна схема блоку контролю параметрів середовища в акваріумі наведена на рис. 2.

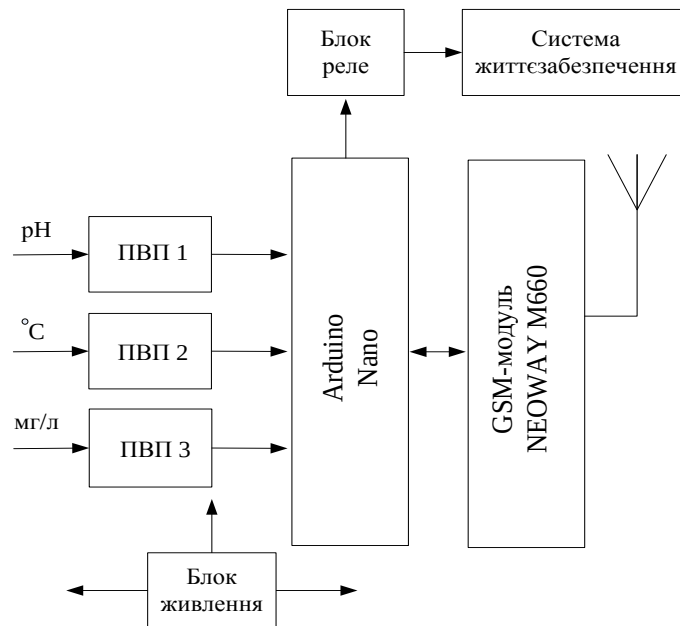


Рисунок 2 – Структурна схема системи контролю параметрів середовища у акваріумі

До структурної схеми входять такі блоки: ПВП1 – датчик рівня рН; ПВП2 – датчик температури; ПВП3 – датчик розчиненого кисню.

Список літератури

1. Михайличенко А.М. Цифровий блок контролю параметрів середовища у акваріумі / А.М. Михайличенко, І.В. Григоренко // III Всеукраїнська науково-технічна конференція «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування України» НТУ «ХПІ». – Харків:, 2016.– С. 148– 149.
2. Вода в акваріумі [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://uk.shram.kiev.ua>.
3. Свойства воды [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://aquariumhome.narod.ru>.
4. Уроки программирования Ардуино [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://mypractic.ru/uroki-programmirovaniya-arduino-navigaciya>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИФРОВОГО ВИМІРЮВАЧА ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИНА

Григоренко І. В., Сікора Н. С.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

Цифровий вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення вина має шість каналів вимірювання: перший вимірює вміст цукру та алкоголю вина в резервуарі, з другого по шостий - температуру вина в резервуарі. До структурної схеми входять такі блоки: ПВП1 – промисловий рефрактометр, який призначено для контролю вмісту цукру та алкоголю в виноматеріалі; ПВП2 – ПВП6 - датчик температури багато крапковий; МК – мікроконтролер; ПК – пульт керування; ЦВП - цифровий відліковий пристрій; Г – генератор стабільної частоти; ІФ – інтерфейс.

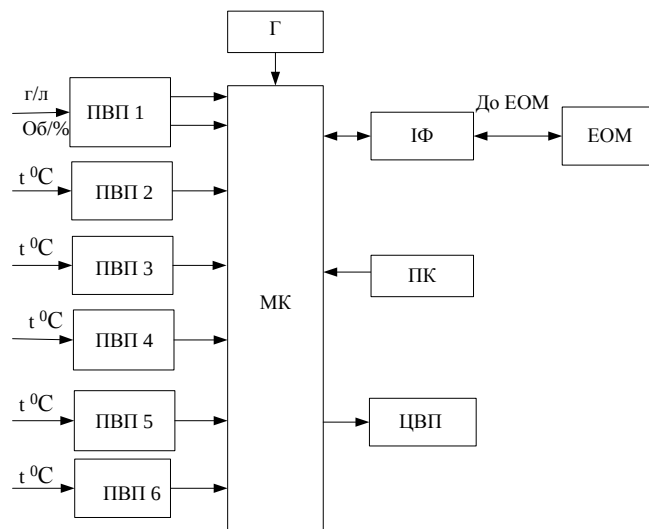
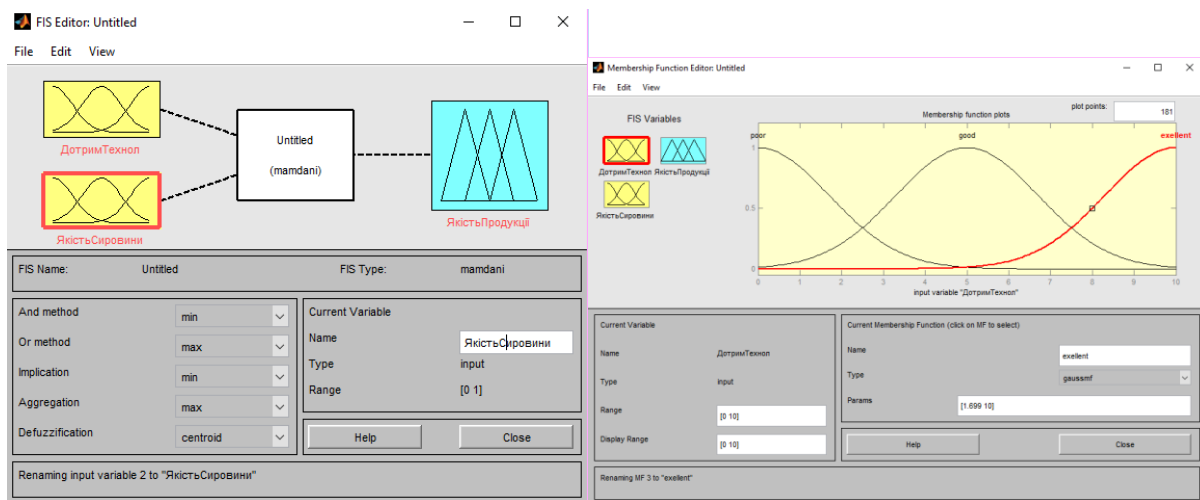


Рисунок 1 – Структурна схема

Дослідження впливу на якість винної продукції дотримання технології виробництва та якість сировини виконаємо за допомогою евристичного аналізатору системи fuzzy-logic. Для побудови евристичного аналізатора використаємо інтерфейс користувача систему знань mamdani. Основними параметрами, що впливають на якість вина є дотримання технології при виробництві та якість сировини, що використовується для виробництва. Таким чином, у моделі повинні бути два входи та один вихід. У якості першого входу обираємо дотримання технології, а у якості другого входу – якість сировини. У якості вихідної величини обираємо якість продукції (Рис. 2а). Задаємо функції належності для обраної вхідної змінної – дотримання технології. У пункті Range встановимо діапазон у якому змінюється функція (від 1 до 10 балів). Задаємо тип функції належності у графі Type: для трьох функцій належності, а саме технологія не дотримується (poor)

(діапазон від 0 до 3 балів), частково дотримується (good) (діапазон від 4 до 7 балів) та дотримується повністю (excellent) (діапазон від 8 до 10 балів) обираємо розподіл Гауса (Рис. 2б).



а) б)
Рисунок 2 – Вікно завдання вхідних та вихідних параметрів

Аналогічно задаємо функції належності для обраної вхідної змінної – якість сировини. У пункті Range встановимо діапазон у якому змінюється функція (від 1 до 10 балів). Задаємо функції належності для обраної вихідної змінної – якість продукції. У пункті Range встановимо діапазон у якому змінюється функція (від 1 до 100%). Потім встановлюємо правила (Рис. 3) та отримаємо поверхню відгуку (Рис. 4).

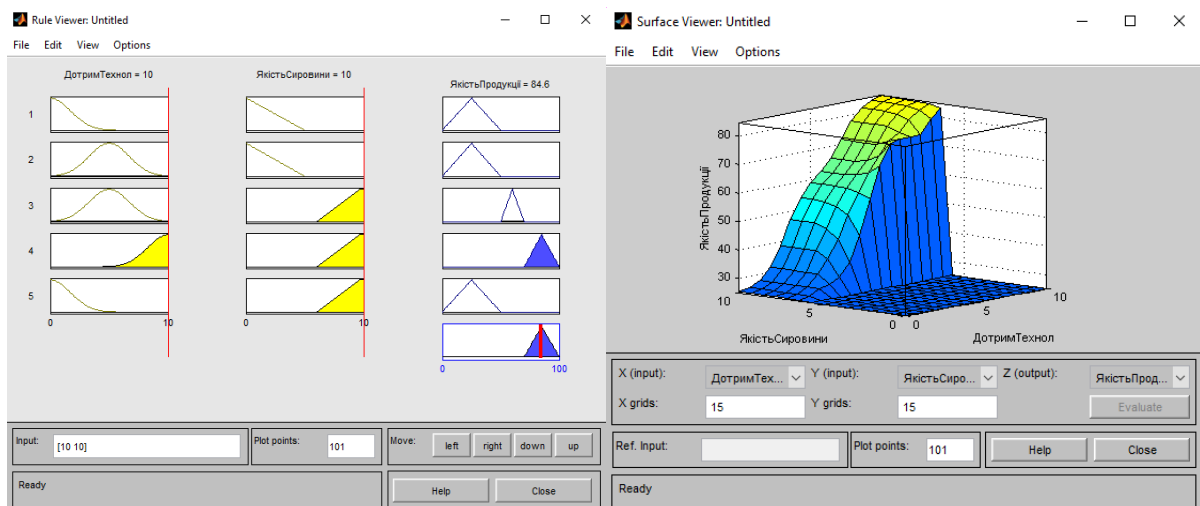


Рисунок 3 – Вікно значень змінних

Рисунок 4 – Поверхня відгуку

Висновок. За допомогою графічного інтерфейсу користувача вдалося побудувати систему з нечіткою логікою, яка надала можливість встановити який вплив на якість продукції роблять дотримання технології виробництва та якість сировини. Запропонований підхід надає можливість врахувати параметри впливу на технологічний процес.

ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДСП

Григоренко І. В., Бараненко О. Ф.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

Комплексна механізація й автоматизація є основними формами організації виробництва на базі новітніх досягнень науки й техніки. Вони стають головними засобами, що вирішують, забезпечують подальший технічний прогрес. Надійність і достовірність технологічного контролю і автоматичного управління багато в чому визначаються якістю налагодження контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматизації, систем і пристроїв технологічної сигналізації, захисту та блокування.

Виготовлення ДСП представляє собою багатоетапний процес (рис. 1), який потребує чіткого дотримання.

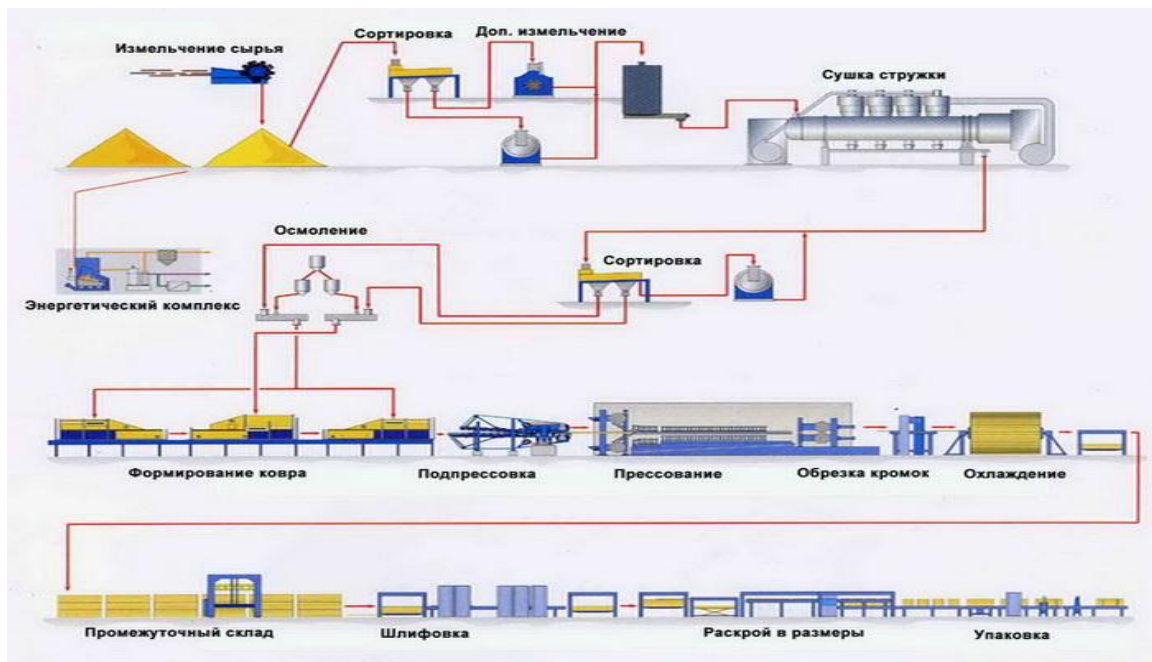


Рисунок 1 – Структурна схема

Система має п'ять каналів вимірювання: два канали температури, два канали вологості та один канал тиску. Канали температури використовуються для вимірювання температури під час пресування та витримки. Підвищення температури впливає на якість готової продукції, тому її необхідно контролювати.

Канали вологості використовуються для вимірювання вологості під час сушки та витримки. Під дією високої вологості повітря ДСП втрачає свої властивості, для запобігання цього вимірюється вологість повітря у приміщенні для сушки та складу, щоб споживач отримав високоякісну продукцію.

Канал тиску використовується для вимірювання тиску під час пресування. Від зміни тиску залежить щільність готових листів ДСП та наявність внутрішніх напружень, що зменшує довговічність матеріалу та якість готової продукції.

Уся інформація по каналам виводиться на пульт керування, що представляє собою електронно-обчислювальну машину, у разі відхилення від нормованих параметрів він може зупинити або запобігти порушення технології виробництва та зберігання.

На ЕОМ проводиться запис і зберігання результатів вимірювань на електронних носіях, контроль і своєчасне вжиття заходів, спрямованих на оптимізацію процесу вимірювання, виводяться відповідні повідомлення. Також передбачена світлова та звукова сигналізація на випадок перевищення або зменшення значення контрольованих даних та для запобігання аварійних ситуацій на виробництві.

Структурна схема вимірювальної системи технологічного процесу виготовлення ДСП (Рис. 2) в найзагальнішому вигляді складається з: первинних вимірювальних перетворювачів (ПВП), мікроконтролера (МК), рідкокристалічного індикатора (РКІ), електронно-обчислювальної машини (ЕОМ), інтерфейсу зв'язку (ІЗ), стабілізатора напруги (СН), блоку живлення (БЖ).

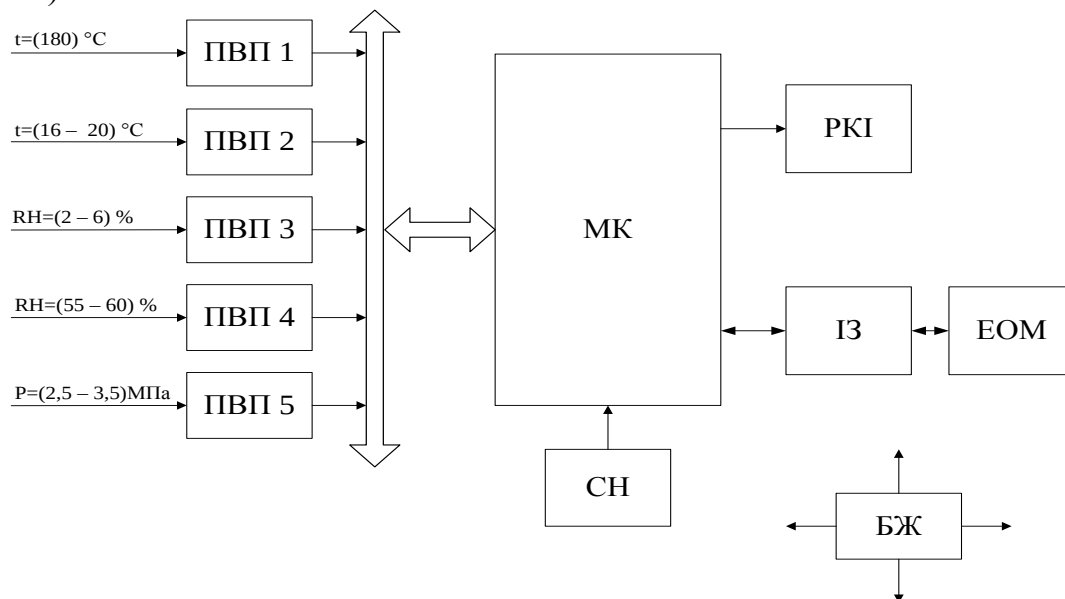


Рисунок 2 – Структурна схема

Висновок. Розроблена схема дозволить оптимізувати роботу, спростити процес контролю параметрів, що в свою чергу допоможе запобігти нанесенню шкоди людині та її здоров'ю, а також виникненню аварійних ситуацій, які можливі при недотриманні температури, вологості та тиску, які впливають на якість і надійність кінцевого продукту.

ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЧ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОПАЛИВНИХ ГРАНУЛ

Григоренко І.В., Мартиненко В.В.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

На території України є значний обсяг промислових відходів, з яких можливо порівняно дешево отримати паливо рівноцінне, наприклад, вугіллю. Такими відходами можуть бути відходи лісопильних рам, столярна стружка і тирса деревини, відходи з вирубок лісу та використаний пакувальний матеріал і тара.

Отже, необхідність роботи виникла через те, що на цей час, вищезгадані відходи, практично не використовуються, викидаються на звалища або спалюються на смітниках, забруднюючи оточуюче середовище. З розвитком цивілізації кількість таких відходів постійно збільшується і їх утилізація перетворюється в проблему [1].

Основними параметрами для контролю є температура та вологість.

В основі виробництва біопаливних гранул лежить, контроль за вимірюваною температурою в діапазоні від 30°C до 130°C та вологості гранул в діапазоні від 8% до 12%Rh [2].

Структурна схема цифрового вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення біопаливних гранул наведена на рис. 1.

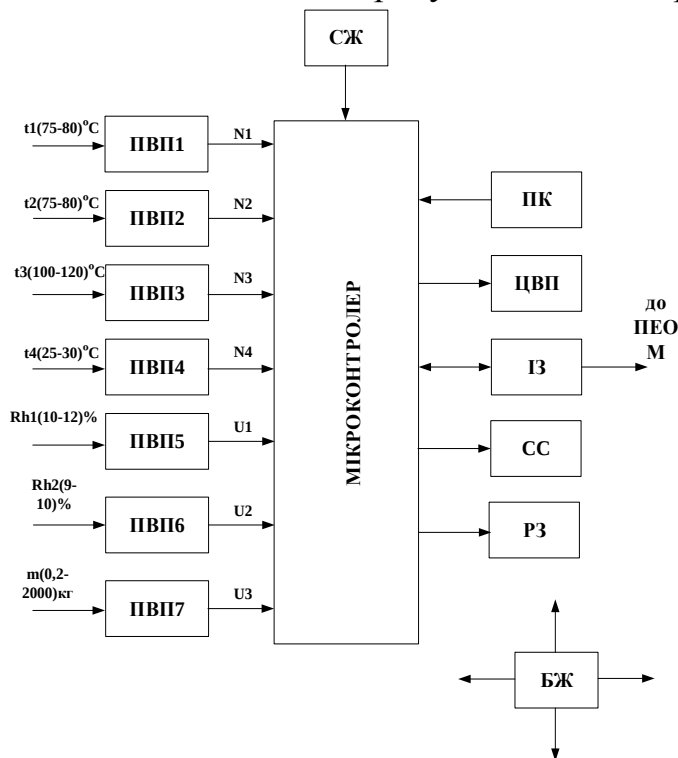


Рис. 1 – Структурна схема цифрового вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення біопаливних гранул

До структурної схеми входять такі блоки:

1. МК – мікроконтролер реалізований на мікросхемі ATmega16. Призначений для обробки вимірювальної інформації, керування даною інформацією, забезпечення обміну даними між окремими частинами схеми та зовнішніми пристроями, відображає інформацію на ЦВП.

2. ПВП1, ПВП2, ПВП3, ПВП4, ПВП5, ПВП6, ПВП7 – первинні вимірювальні перетворювачі. Необхідні для вимірювання заданого параметру контролю. В якості ПВП1 – ПВП4 – були обрані напівпровідникові датчики STLM 75, призначені для контролю температури на різних етапах виробництва біопаливних гранул [3].

ПВП5 та ПВП 6 – датчики контролю вологості сировини M-Sens 2 [3].

ПВП7 – тензометричний датчик вимірювання маси H8Q [3].

3. БЖ – блок живлення. Живить всю схему цифрового вимірювача.

4. Супервізор живлення – порівнює уставку живлення всієї схеми, якщо живлення виходить за установлені межі то він перезавантажує цифровий вимірювач.

5. Регістр зсуву – призначений для використання як найменше ліній зв'язку з МК. Замість потрібних 10 ліній, використовується 3 лінії.

6. ПК – пульт керування. Задає команди для цифрового блоку.

7. ЦВП – цифровий відліковий пристрій. Показує стан цифрового блоку.

8. ІЗ – інтерфейс зв'язку, слугує для зв'язку МК з ПЕОМ.

9. ПЕОМ – персональна електронно-обчислювальна машина. Призначена для простоти обробки інформації.

10. СС – світлова сигналізація, попереджує про небезпеку.

На початку роботи проводиться налаштування мікроконтролера для контролю заданих параметрів, потім МК вимірює задані параметри по таким каналам: 1-4 канали для вимірювання температури, 5-6 для вимірювання вологості та 7 для вимірювання маси. Далі інформація з каналів поступає на МК, де вона порівнюється з уставками, якщо якийсь параметр виходить за задані норми то спрацьовує світлова сигналізація. Інформація про дані параметри відображається на рідкокристалічному індикаторі і передається до ПЕОМ. Якщо потрібно вимірювати ще, то цикл вимірювання повторюється, якщо більше не потрібно вимірювати – то цифровий вимірювач переходить в режим очікування.

Список літератури

1. Технологічний процес виробництва біопаливних гранул [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://teplo.com/otoplenie_tverdotopliv_revie230.html.

2. Організація виробництва біопаливних граунл [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.agro-business.com.ua/ideii-i-trendy/2424-tverde-biopalyvo-tekhnologichni-vymogy-.html>.

3. Перетворювачі, датчики, сенсори [Електронний ресурс]. Режим доступу : sensorse.com.

СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В ПРИМІЩЕННЯХ З ПІЧНИМ ОПАЛЕННЯМ

Давидов Е.А., Тополов І.І.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

igor.i.topolov@gmail.com

Протягом довгих років газ був добрим помічником у побуті та на виробництві, не було більш дешевого джерела енергії ніж він. Нажаль сучасний стан на ринку розподілу природних енергоресурсів змінився не на користь газоспоживача.

Найпростішим і найдавнішим видом обігріву приватних будинків є пічне опалення. У сучасних будинках невеликої площі, і висотою не більше двох поверхів, пічне опалення як і раніше залишається актуальним [1].

Таким чином, споживачу тепла, частково або повністю переходячому на пічне опалення потрібно досконало знати правила користування та техніку безпеки пічного опалення. Неправильний догляд за піччю і порушення правил її експлуатації можуть привести до викиду окису вуглецю (СО) у приміщення; та ще стати причиною пожежі у будинку.

Основними причинами виникнення підвищеного вмісту СО в повітрі приміщень з пічним опаленням є порушення тяги, які можуть відбуватися в результаті наступних обставин: малої величини тяги в літній період, руйнування газоходів при попаданні в них ґрунтових вод, загоряння сажі на поверхнях нагріву котлів, порушення газощільної обмазки та гарнітури пічок, зміни типу палива, що має вищу теплоту згоряння.

Світова практика має безліч прикладів боротьби з СО шляхом розробки нормативних актів. Часто боротьба з погрозами від чадного газу пов'язана з конкретними іменами. У штаті Нью-Йорк, це Закон імені «Аманда», названий по імені Аманда Хансен, підлітка, який помер від отруєння чадним газом. У штаті Колорадо законодавство було введено після того, як жертвами чадного газу стала сім'я банкіра Паркера Лофгрена.

Загальні вимоги до приладів контролю вмісту СО в приміщеннях: Прилади повинні здійснювати безперервний контроль вмісту окису вуглецю в робочій зоні з сигналізацією про перевищення встановлених ГОСТ 12.1.005-88 і ГН 2.2.5.686-98 порогів концентрації, чутливість приладів повинна бути вибірковою по окису вуглецю і не мати перехресної чутливості по інших токсичним і палим газам, сигналізація повинна спрацьовувати на двох порогах (рівнях) концентрації СО в робочій зоні, сигналізація першого рівня «Поріг 1» повинна спрацьовувати при досягненні гранично допустимої концентрації СО, що дорівнює $20 \pm 5 \text{ мг/м}^3$ (ГДК р. з.), при цьому вмикається переривчастий світловий сигнал, сигналізація другого рівня «Поріг 2» повинна передбачатися при досягненні концентрації СО, що дорівнює $95-100 \text{ мг/м}^3$ (5 ГДК р. з.), при цьому повинні включатися безпере-

рвний світловий і звуковий сигнали, режим роботи приладу повинен передбачати автоматичне зняття сигналізації «Поріг 1» при зниженні концентрації СО нижче ГДК р. з. Зняти звукову сигналізацію «Поріг 2» оператор може натисканням кнопки «Скидання» при знижені концентрації СО до рівня не вище 2 ГДК р. з., світлова сигналізація при цьому знімається автоматично при досягненні порогових рівнів концентрації [2,3].

Серед існуючих сигналізаторів рівня чадного газу, недоліками є те, що в бюджетних системах реалізовано тільки сповіщення користувачів про небезпечний рівень СО, в дорожчих системах, вже реалізовано підключення зовнішніх пристроїв, без можливості запрограмувати роботу зовнішніх пристроїв за певним алгоритмом. Також лише одна з розглянутих систем може повідомляти про небезпеку пожежі по температурі.

Розроблена система повністю реалізує алгоритм забезпечення контролю порогів концентрації СО встановлених ГОСТ 12.1.005-88 і ГН 2.2.5.686-98 та додатково реагує на встановлене перевищення температури. Робота приладу складається з 3 режимів: тест системи, моніторинг параметрів і керування зовнішніми пристроями. Система реалізована на керуючому мікроконтролерному модулі Arduino, датчика рівня чадного газу MQ7 та датчика температури DS18B20, сформовані дані моніторингу відображаються на LCD екрані WH1604 (вказується режим роботи пристрою, поточний рівень чадного газу, поточну температуру, рівень загрози), для сповіщення загрози використовується п'єзовипромінювач та світлова індикація, вид сповіщення змінюється завдяки зміни звуку та кольору індикації. В ролі виконуючих пристроїв виступають сервоприводи (відкривають та закривають камеру для аналізу повітря в приміщенні), шаговий двигун (відкриває/закриває пічну заслінку для зменшення рівня чадного газу), блоку реле (керують механізмом відкриття вентиляційного отвору, та "кулером" вентиляції приміщення) [4]. Надійність роботи системи (у разі раптового пропадання напруги сіткової мережі) забезпечує UPS (англ. Uninterruptible Power Supply) – джерело безперебійного живлення.

Список літератури

1. Системы отопления для частного дома и квартиры [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://teplo.guru/sistemy/pechi-dlya-doma/>.
2. Чадний газ. Допустимі концентрації газу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://chem21.info/info/122030/>
3. Пожежна безпека. 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>
4. Arduino MEGA 2560 & Genuino MEGA 2560 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560/>

ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ГАЗУ УЛЬТРАЗВУКОВИМИ ЛІЧИЛЬНИКАМИ НА ГРС ПЕРЕРІСЛЬ

Долішній Б.В., Ключко Н.Б., Павлів Т.Р.

***Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019,
dolishnya@gmail.com***

Ситуація, що складається в Україні і світі щодо забезпечення паливно–енергетичними ресурсами, потребує суворого державного контролю за їх використанням в усіх сферах господарства, як це зазначено в Законі України «Про енергозбереження» [1]. Тенденції розвитку витратовиміральної техніки останніх років дозволяють вважати ультразвуковий метод вимірювання витрати газу одним із кращих завдяки широкому діапазону та можливості застосування мікропроцесорної техніки, що в результаті дозволяє досягти високої точності результатів [2]. Похибки ультразвукових лічильників визначаються в основному несиметричністю профілю швидкостей потоку по діаметру газопроводу та наявністю домішок в потоці, які можуть спотворити ультразвукові коливання. Об'єктом дослідження є процес вимірювань витрати газу в закритих каналах. Предметом дослідження є методи і засоби вимірювання витрати газу при технологічному та комерційному його обліку, зокрема ультразвукові лічильники газу (УЗЛ) в умовах експлуатації на ГРС Перерісль.

З метою оцінювання невизначеності результатів вимірювання витрати газу УЗЛ на ГРС Перерісль розроблено діаграму Ісікави (рис.1), що дозволяє виділити впливові фактори для їх подальшого оцінювання [3]. Проаналізуємо основні з них: людський фактор, який визначається рівнем кваліфікації оператора під час роботи на пункті вимірювання витрати газу; швидкість розповсюдження ультразвуку у вимірювальному середовищі, яка залежить від таких фізико-хімічних характеристик вимірювального середовища як: концентрація, тиск та густина, в'язкість, температура; вплив навколишнього середовища; точність лічильника газу; вид потоку газу: ламінарний, турбулентний, перехідний; час переміщення сигналів: вздовж напрямку потоку та проти нього; спотворення структури потоку, що визначається довжиною дослідної ділянки та впливом місцевих опорів, що зумовлюють збільшення похибки УЗЛ.

На основі отриманих результатів вимірювання витрати газу та, беручи до уваги розроблену діаграму, здійснено оцінювання стандартних невизначеностей типу А та Б, які становлять $u_A=0.09\%$ і $u_B=5.1 \times 10^{-4}\%$. Варто зауважити, що при розрахунку сумарної невизначеності типу Б до

уваги бралися невизначеності зумовлені різницею тисків і температур, а також невизначеність зумовлена коефіцієнтом стисливості газу.



Рисунок 1 – Причинно-наслідкова діаграма Ісікави

Розширена невизначеність результатів вимірювання обчислено за виразом [4]:

$$U_{0.95} = t_{0.95}(v_{ef}) \cdot u_c = 2,78 \cdot 0,09 = 0,25 \, \%.$$

У результаті проведених досліджень роботи ультразвукових лічильників газу в реальних умовах роботи на ГРС Перерісль проаналізовано фактори впливу на результат, розроблено діаграму Ісікави, проведено оцінку невизначеностей, а саме оцінено стандартну невизначеність типу А та типу Б, зроблено розрахунок розширеної невизначеності та складено бюджет невизначеності.

Список літератури

1. Про Комплексну державну програму енергозбереження України. Постанова Кабінету Міністрів України від 05.02.1997 р. № 148.
2. Крук І.С. Сучасні методи вимірювання витрати природного газу / І.С. Крук, М.І.Болховітін // Трубопровідний транспорт. –2011. – №6. – С.12-15.
3. ДСТУ ISO 13443:2015. Природний газ. Стандартні умови.
4. Захаров І.П. Теория неопределенности в измерениях / И.П. Захаров, В.Д. Кукуш. – Харьков : КОНСУМ, 2002. – 256 с.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ

Еннан А.А., Тополов І.І.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

igor.i.topolov@gmail.com

Все більше і більше у повсякденне життя людини входять пристрої, прилади та системи помічники. Ми вже не уявляємо життя без різноманітних приладів на кухні (СВЧ піч, кухонний комбайн, блендер, швидковарка), у кімнаті (ДВД програвач, телевізор, ПК, вентилятора, кондиціонера, зволожувача, калорифера). Всі ці прилади створюють комфортне життя людині, облегшують її існування. Вже тільки в далекому селі, людині потрібно для виживання користуватися піччю на дровах, колодязем, та займатися важкою виснажливою працею.

У моду ввійшли системи підтримки температури в холодний період року, регулятори температури опалення, спліт-системи охолодження повітря – кондиціонери, тощо.

З'явилися системи повної підтримки мікроклімату у жилому приміщенні – розумний будинок. Де кожна людина може налаштувати комфортні умови мікроклімату, під себе, а бажання бувають дуже різні.

Структурної схеми бюджетної системи кліматичного контролю (СКК) наведено на рисунку 1.

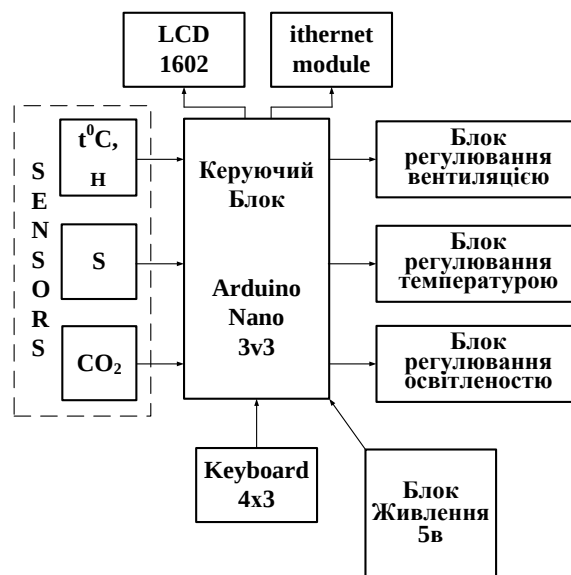


Рисунок 1 – Структурна схема СКК

В даній системі присутні датчики температури, вологості, освітленості та CO₂. Дані з датчиків поступають на центральний процесор (МП, МК), роль якого взяла на себе функціонально-завершена система Arduino на базі мікроконтролерів фірми AVR. По заданному алгоритму МП реалі-

зує виконання команд реалізуючих, у сукупності, регулювання клімату в приміщенні шляхом ввімкнення/вимкнення блоків регулювання вище згаданих параметрів. Залишилось уладнати питання взаємодії користувача з побудованою системою. Отже, було прийнято рішення, для зв'язку створити клієнт-сервер додатка. У наш час майже у кожної людини є мобільний телефон, бо він став невід'ємною частиною життя. Тому створення додатка виглядає самим кращим варіантом. Далі виникає питання, передачі даних з системи побудованої на Arduino на мобільний додаток користувача. Розглядались варіанти Bluetooth чи Internet, вибір пав на створення Web-сервера, на який будуть передаватися дані з системи Arduino, для цього буде доданий модуль передачі даних Ethernet Shield, який буде передавати інформацію з Arduino, і в подальшому дані будуть надходити на мобільний додаток. Розробка інтерфейсу програми є немаловажним кроком, безсумнівно цей застосунок не є першим на ринку, і головне завдання – зробити його кращим і зручнішим для користувача. Наступний крок – це написання самої програми. Вибір платформи для розробки пав на операційну систему Android компанії Google. Обрана ОС безумовно є лідером серед ОС на ринку мобільних пристроїв (більш 80 відсотків), завдяки зручності та доступними цінами. Засобом розробки (будемо послідовними) обираємо Android Studio, також створена під патронатом компанії Google для зручної роботи програмістів. Мова програмування очевидно є Java як простий на основний варіант для розробника під Android.

Обравши середу розробки і мову програмування, створюємо структуру нашого проекту і пишемо процес вирішення завдань.

Для збереження даних з датчиків кліматички було прийнято рішення зупинитись на базі даних SQLite

Таким чином вирішуючи задачу розробки інформаційно-керуючої системи кліматичного контролю був обраний популярний напрям в ІТ технологіях як wearable technology, що в перекладі на українську мову - носимі технології. Основна перевага таких гаджетів - повна інтеграція в повсякденне життя, оскільки людина і пристрій взаємодіють постійно. В даний час смартфони є основним засобом в цій складній системі. Смартфони в парі з певними додатками або апаратними доповненнями можуть допомогти багато в чому, в тому числі і в ділових заходах або власних цілях. А все тому, що вони вміють передавати дані в Інтернет і з інтернету, ну і, звичайно, вони забезпечують людей варіантами підключення різних зовнішніх пристроїв.

Список літератури

1. [ARDUINO PRODUCTS](https://www.arduino.cc/en/Main/Products) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products> 03.09.2017.
2. Android Studio [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://developer.android.com/studio/index.html> 07.10.2017.

ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ (БАК)

Коваль Л. Г., Злепко С. М., Макогон В. І., Гомолінський В. С.
Вінницький національний технічний університет

Удосконалення бортових засобів обробки інформації та створення необхідних засобів обміну інформацією є взаємопов'язаними питаннями: чим повніше буде обробка інформації на борту БПЛА, тим менші обсяги інформації доведеться передавати на пункти управління. Серед завдань вдосконалення бортових засобів обробки інформації першочергове місце займають питання автоматичного розпізнавання цілі і повна автоматизація процесів управління звичайними режимами польоту. Якщо в процесі вильоту відбулося порушення зв'язку бойового БПЛА з командним літаком, бортова система автоматичного управління безпілотною повинна самостійно прийняти рішення і забезпечити продовження польоту до цілі або повернення на базу [1].

Загальна концепція створення необхідних засобів обміну інформацією сформувалася вже досить стійко. Вважається, що в інформаційній системі бойової безпілотної авіації присутні дві незалежні компоненти: система «Інтернет», що зв'язує групу бойових БПЛА один з одним і з бойовим літаком, з борта якого ведеться управління цією групою, і система багатоканальної телекомунікації, що працює з використанням висотних або космічних ретрансляторів і зв'язує бойові БПЛА з віддаленими джерелами інформації або наземним пунктом управління [1].

Крім того, не до кінця розв'язані задачі і вирішені питання щодо безпечного виводу БПЛА із зони дії радіоелектронних засобів боротьби з БПЛА із подальшим поверненням його на попередній маршрут для виконання польотного завдання; автоматичних зльоту, посадки тощо. Потребує процедури прийняття рішень придання бойовим БПЛА властивостей, які враховують зміну в середовищі, що оточує, при виконанні польотного завдання в автономному режимі.

На рисунках 1, 2 наведено структурні схеми ПППР, які, на наш погляд, найбільше адаптовані для завдань, що виконують БАК.



Рисунок 1 – Структурна схема ПППР

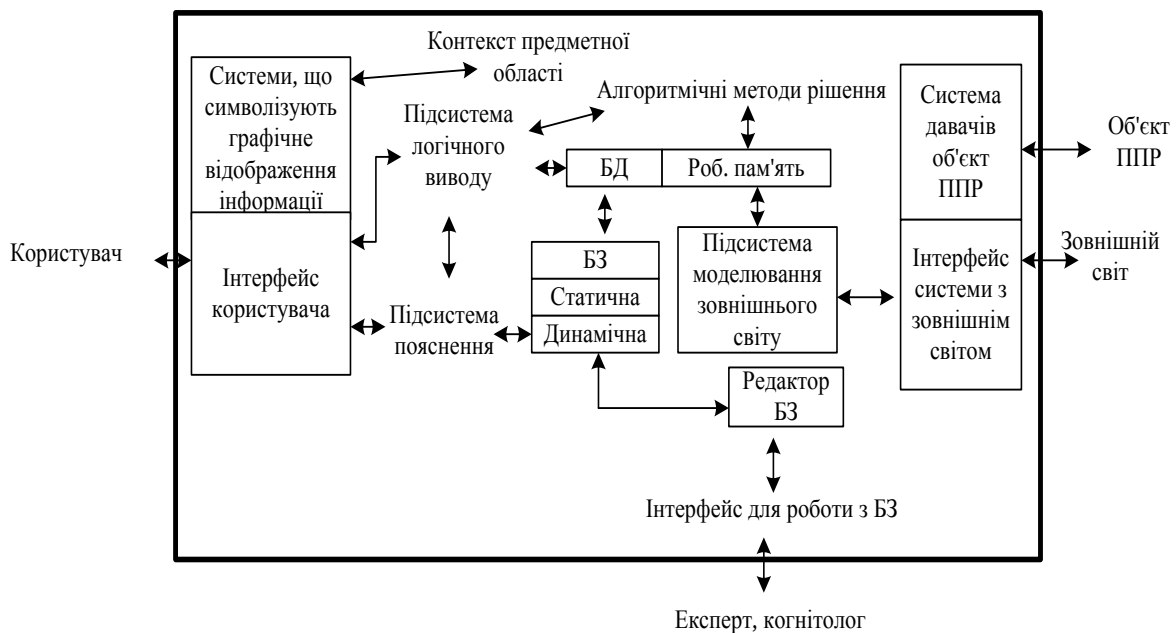


Рисунок 2 – Структурна схема ППР

Структурні елементи представлених систем є найбільш характерними, хоча в реальних експертних системах їх функції можуть бути відповідним чином посилені або розширені [2].

Знання в базі знань представлені в конкретній формі і організація бази знань дозволяє їх легко визначати, модифікувати і поповнювати. Рішення задач за допомогою логічного висновку на основі знань зберігаються в базі знань, а реалізується автономним механізмом логічного висновку. Хоча обидва ці компоненти системи з точки зору її структури є незалежними, вони знаходяться в тісному зв'язку між собою і визначення моделі подання знань накладає обмеження на вибір відповідного механізму логічних висновків.

Розроблені експертні системи підтримки прийняття рішень, працюючи в автономному режимі, не можуть бути зафіксовані засобами пошуку повітряних цілей і забезпечують оцінку поточної ситуації та прийняття рішення щодо виходу із неї.

Список літератури

1. Силкин А. И. Универсальные беспилотники / И. А. Силкин, А. Б. Бренер, А. В. Дробишевский // Независимое военное обозрение. – 2003. – №4. – с. 4–9.
2. ИТ управления на базе распределения систем, мобильных и облачных технологий – [Електронний ресурс] – Режим доступа: www.intuit.ru/studies/courses/13833/1230/lecture/24079%Fpage%301.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ЧЛЕНІВ ЕКІПАЖІВ БАК

Коваль Л. Г., Злепко С. М., Пільганчук О. О., Крекотень Є. Г.
Вінницький національний технічний університет

Як засвідчує світовий досвід, дійсним "переднім краєм" у справі застосування БАК виявився комплекс труднощів, пов'язаних саме з людським фактором. Цим пояснюється те, що провідні країни світу не шкодують сил та матеріальних ресурсів на наукову роботу відповідного спрямування, але все це відбувається в умовах невинного вдосконалення технічної складової БАК ситуаційного формування експлуатаційних практик у відповідності з поточним баченням їх доцільності в широкому спектрі завдань застосування БПЛА. Домінуючим ракурсом розуміння шляхів оптимізації людського фактору ефективності БАК є психологічний ракурс у двох його щільно пов'язаних аспектах – інженерно-психологічному (інформаційна взаємодія людської та машинної ланок) та організаційно-командно-тактичному (організація функціонування наземних екіпажів БАК як специфічних малих груп та взаємодії між членами екіпажів на етапах орієнтування у обставинах місії, прийняття рішень та їх спільної реалізації [1].

Ми пропонуємо комплексний підхід до вирішення проблеми створення тактично-розвідувальних безпілотних авіаційних комплексів, який полягає в сукупному використанні принципу системного підходу при розробленні і технології управління і контролю за польотом БПЛА у загальному повітряному просторі при дії засобів радіоелектронної боротьби і принципу особистісно-цільового відбору та підготовки персоналу БПАК (операторів БПЛА, операторів корисного навантаження БПЛА, фахівців з обробки та аналізу ортофотопланів). Незалежно від джерела походження БПЛА, пропоновані нами БПАК представляють собою автономну завершену інфраструктуру, без якої ефективність застосування БПАК суттєво нижче, тому що тільки така інфраструктура забезпечить виготовлення і монтаж БПЛА, транспортування, зберігання, ремонт і технічне обслуговування (рис. 1).

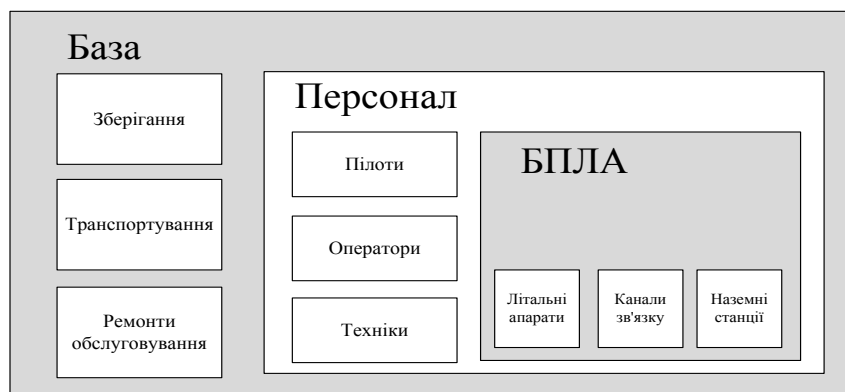


Рисунок 1 – Інфраструктура БПАК

Для професійного відбору і підготовки персоналу БПАК нами запропоновано підхід, який в узагальненому вигляді передбачає таку; послідовність процедур; 1. побудова професіограми оператора БПЛА; 2. формування вимог і структури психофізіологічного портрета оператора; 3. психологічне тестування з метою побудови типологічного профіля оператора БПЛА; 4. тестування з метою оцінювання стану мілкої моторики рук кандидата; 5. оцінка отриманих характеристик на відповідність вимогам професіограми оператора БПЛА.

На основі даного підходу розроблено базову систему тестування і відбору персоналу БПАК.

Тактико-технічні дані БПЛА «літаюче крило» дозволяють проводити аерофотозйомку високої роздільної здатності (розмір пікселя 7 см), площиною до 10 км² за один виліт (до 90 хвилин). При фотозйомці лінійних об'єктів з тією ж роздільною здатністю за один політ можливо перекрити полосу шириною до 280 метрів і довжиною до 54 км.

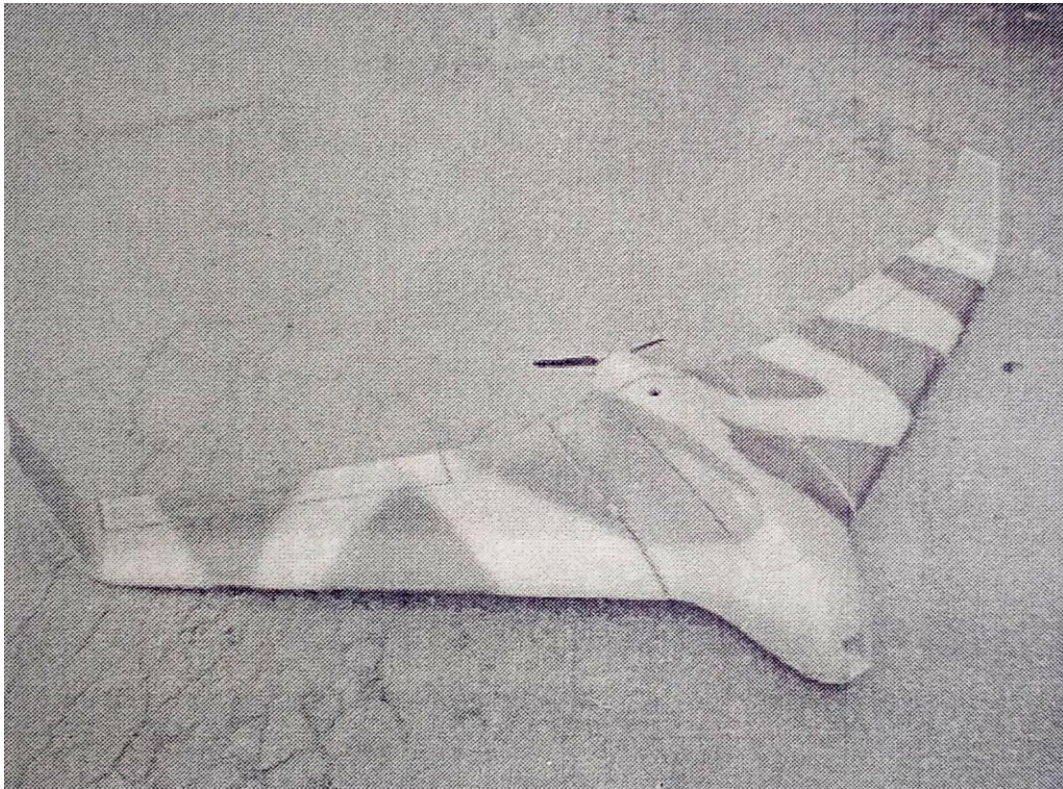


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд БПЛА

Список літератури

1. Петренко О. В. Психологічні аспекти новітніх підходів до забезпечення ефективності наземних екіпажів безпілотних літальних апаратів – [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.apppsychology.org.ua/data/j2n/v10/i27/43.pdf.

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ОЦІНКИ СТАНУ ЕЛЕКТРОДІВ ТЕРМОПАР У ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Кочан О.В., Гусіна Є.К., Стадник А.О., Рудник П.Р.

*Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій,
Національний університет «Львівська політехніка»,
79013, вул. С. Бандери 28А, м. Львів, Україна,
(032)-258-26-19, orestvk@gmail.com*

Метою даної статті є розвиток теоретичних основ використання властивостей похибок від дрейфу функції перетворення (ФП) термопари (ТП) та від набутої термоелектричної неоднорідності для розроблення методу оцінки стану електродів ТП у процесі експлуатації.

Термоелектричні перетворювачі мають багато недоліків. Одним із основних недоліків є деградація електродів ТП при дії високих температур у процесі експлуатації. Деградація проявляє себе як похибка ТП від дрейфу ФП ТП.

Деградація, приблизно пропорційна температурі, тому ті ділянки, що знаходяться у зоні АВ, деградують найбільше, а ті ділянки, що знаходяться у зоні CD, не деградують цілком. Але процеси деградації, що проходять у ділянках, які експлуатуються у зоні АВ на похибку ТП не впливають.

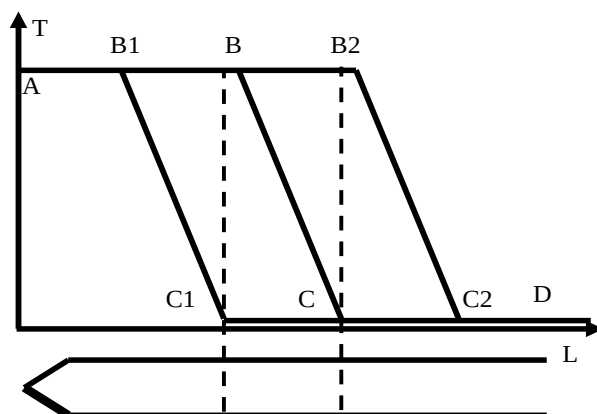


Рисунок 1 – Розміщення електродів ТП у різних профілях температурного поля

Якщо проаналізувати експериментальні дослідження процесу зростання похибки ТП при її деградації у процесі експлуатації стає очевидним, що дрейф ФП ТП Δe_{TP}^{DR} та кожної її i -тої ділянки є функцією двох змінних – температури T_{Ei} та часу τ_{Ei} експлуатації, тобто $\Delta e_i^{DR} = f(T_{Ei}, \tau_{Ei})$. Похибка неоднорідності Δe_i^{NEOD} є функцією трьох змінних: температури та часу експлуатації, а також температури діапазону ΔT_{Di} . ΔT_{Di} – температура в яку потрапила i -та ділянка термоелектрода після зміни профілю температурного поля. Таким чином $\Delta e_i^{NEOD} = f(T_{Ei}, \tau_{Ei}, \Delta T_{Di})$. У термоелектричному перетворювачі з керованим профілем температурного поля температури експлуатації та діапазону рівні [1].

Суть методу стабілізації профілю температурного поля полягає в то-

му, що похибки від дрейфу ФП ТП і від набутої термоелектричної неоднорідності електродів є наслідком однієї причини – деградації термоелектродів у процесі експлуатації. Тому між цими похибками існує тісний взаємозв'язок. А їх максимальні значення рівні, тобто $\Delta e_{MAX}^{DR} = \Delta e_{MAX}^{NEOD}$ [2]. Тому значення як Δe_i^{DR} так і Δe_i^{NEOD} характеризують стан i -тої ділянки термоелектрода, тобто ступінь її деградації. Тісний зв'язок між похибками дає змогу розробити методи визначення похибки ТП та діагностування стану їх електродів під час її експлуатації. На основі періодичного визначення поточної похибки дрейфу Δe_{POT}^{DR} у процесі експлуатації ТЕП з КПТП можна вести корекцію дрейфу ФП його головної ТП та забезпечити високу точність вимірювання температури. Однак метод визначення похибки ТП не дає змоги під час експлуатації діагностувати стан її електродів по всій довжині. Мірою ступеня деградації електродів ТП може бути одна з похибок – від дрейфу ФП ТП або від набутої термоелектричної неоднорідності. Було запропоновано коригувати математичні моделі похибок ділянок за результатами визначення похибки ТП [3]. Цього можна добитися при поступовій зміні профілю температурного поля. Але спочатку необхідно визначити міру ступеня деградації електродів ТП. Пропонується для оцінки ступеня деградації електродів ТП вибрати еквівалентний час її експлуатації τ_{EKV} . В загальному τ_{EKV} даної ТП повинен вказувати її місце у загальній математичній моделі змін ФП ТП.

Метод визначення похибки ТП дає змогу створювати індивідуальні моделі похибки ТП в цілому та підвищити точність корекції її похибки. Метод оцінки стану електродів ТП дає змогу обґрунтовано вирішити питання про доцільність або необхідність заміни ТП. Також цей метод дає змогу оцінити не лише похибку ТП в цілому, а і визначити похибки окремих її ділянок. Це у свою чергу, дає змогу створювати індивідуальні моделі похибок окремих ділянок ТП ТП та підвищити точність корекції її похибки за методом, запропонованим у [3], тобто в умовах змін профілю температурного поля.

Список літератури

1. Кочан О. В. Термоелектричний перетворювач з корекцією похибки неоднорідності / О. В. Кочан // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2008. – № 68. – С. 144–153.
2. Кочан О. В. Оцінка максимальної похибки неоднорідних термопар / О. В. Кочан // Вісник Тернопільського Державного Технічного Університету. – 2007. – №1. – С. 122–129.
3. Васильків Н. М. Підвищення точності вимірювання температури термопарами в процесі експлуатації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.11.04 "Прилади та методи вимірювання теплових величин" / Васильків Н. М. – Львів, 2011. – 19 с.

МЕТРОЛОГІЧНИЙ ПРОГРАМНИЙ ТЕСТ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ У ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Кочан О.В., Стадник А.О., Гусіна Є.К., Рудник П.Р.
Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79000, orestvk@gmail.com

Постановка задачі. Для вирішення проблеми визначення метрологічних характеристик використовують імітаційне моделювання. Запропоновано створення спеціалізованого програмного засобу – метрологічного програмного тесту (МПТ)[1]. Він дозволяє імітувати різні значення окремих складових похибки. Однак МПТ дуже складний тому для дослідження процесу визначення похибки термоелектричних перетворювачів у процесі експлуатації доцільно створити спеціалізований спрощений МПТ.

Структура МПТ дослідження методу. Узагальнена структурна схема спрощеного МПТ, який дає змогу тестувати вимірювальний канал у режимі визначення похибки ТП, подана на рис. 1.

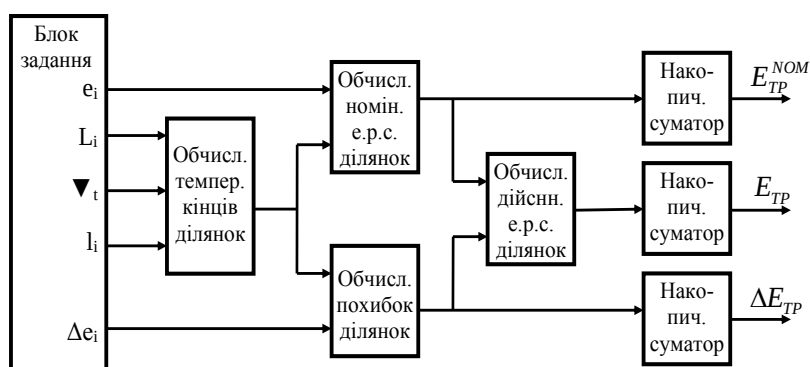


Рисунок 1 – Структурна схема спрощеного МПТ

Структурна схема підключення системи вимірювання температури до МПТ подана на рис. 2. В неї входить МПТ, на виході якого генеруються номінальне значення термо-е.р.с. ТП E_{TP}^{NOM} , дійсне (з врахуванням похибки) значення термо-е.р.с. ТП E_{TP} та значення абсолютної похибки ΔE_{TP} ФП ТП. Значення термо-е.р.с. E_{TP}^{NOM} та E_{TP} , що імітують генеровану ТП термо-е.р.с. у профілях температурного поля визначення похибки дрейфу ФП ТП та у профілі температурного поля постійної експлуатації, поступають на систему вимірювання температури, яка проходить тестування. У цій системі на значення термо-е.р.с. E_{TP}^{NOM} та E_{TP} накладаються випадкові похибки Δ_{Σ}^{ZAV} . На основі значень термо-е.р.с. E_{TP}^{NOM} та E_{TP} система вимірювання температури повинна визначити похибку ΔE_{TP}^{SYS} головної ТП. Блок аналізу похибок корекції визначає відхилення отриманого системою вимірювання температури значення похибки ΔE_{TP}^{SYS} від заданого МПТ значення ΔE_{TP} . Головною причи-

ною такого відхилення будуть випадкові похибки Δ_{Σ}^{ZAV} . Блок аналізу похибок корекції інтерпретує отримані відхилення як похибку визначення похибки головної ТП.

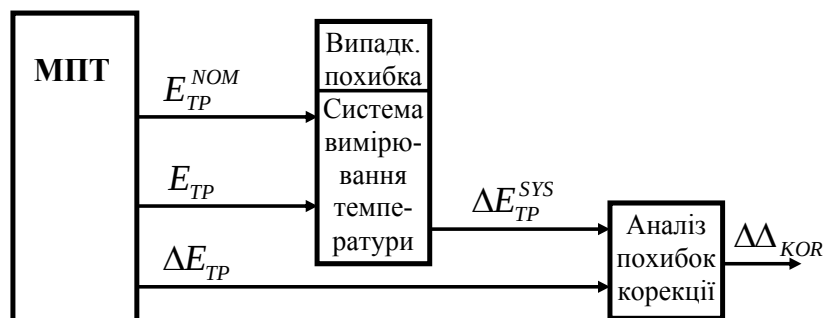


Рисунок 2 – Структурна схема підключення системи вимірювання температури до МРТ у режимі визначення похибки головної ТП

Результати дослідження методу. Залежність похибки визначення похибки ТП від амплітуди завади Δ_{Σ}^{ZAV} при одиничних вимірюваннях та при використанні дискретного усереднення результатів двох та чотирьох результатів вимірювань термо-е.р.с. E_{TP}^{NOM} та E_{TP} , подана на рис. 3. Похибка визначення похибки ТП значно зростає при збільшенні амплітуди завади Δ_{Σ}^{ZAV} . Як видно, похибка визначення похибки головної ТП значно менша, за похибку, при одиничних вимірюваннях.

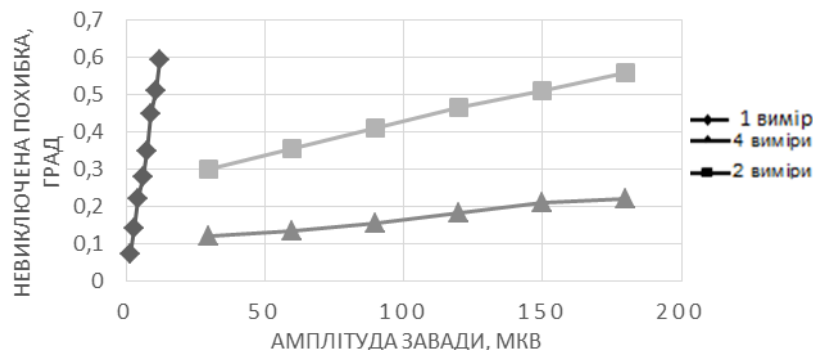


Рисунок 3 – Залежність похибки визначення похибки головної ТП від амплітуди

Висновки. Випадкова похибка і дія завад сильно впливає на похибку визначення похибки ТП. Тому висока завадостійкість є умовою високої точності корекції похибки ТП.

Список літератури

1. Kochan R. Approach to development metrological software test for verification intelligent instrumentation. In proceedings of the 2nd IEEE international workshop of IDAACS'2003. – 2003. – P. 168–173.
2. Chang S. Method of thermocouples self verification on operation place. / S. Chang, O. Kochan // Sensors & Transducers, 160 (12): 55-61, 2013.

ФОТОЕЛЕКТРИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ КУТОВИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ

Кошовий М.Д., Заболотний О.В., Кошова І.І.

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»,
61070, м. Харків, вул. Чкалова 17, kafedraapi@ukr.net

Відомі фотоелектричні перетворювачі кутових переміщень з кодовими дисками [1,2] мають наступні недоліки: складність конструкції, недостатні точність і надійність, складність виготовлення кодового диска.

З метою спрощення конструкції, підвищення його надійності і технологічності за рахунок вдосконалення конструкції перетворювача і кодового диска запропоновано фотоелектричний перетворювач кутових переміщень [3].

На рис. 1 показана функціональна схема перетворювача.

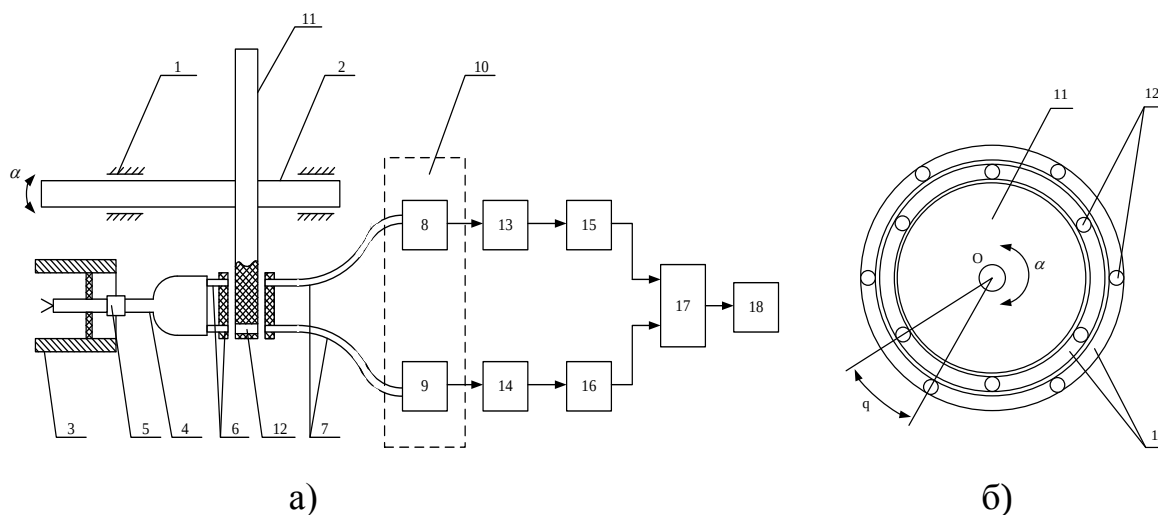


Рисунок 1 – Функціональна схема фотоелектричного перетворювача:
а) – функціональна схема; б) – диск с отворами;

1-корпус; 2-вал; 3-освітлювач; 4-фокус; 5-фіксатор; 6-перша група світловодів, 7-друга група світловодів; 8,9-фотоприймачі; 10-фотоприймальний блок; 11-диск; 12-отвори; 13,14-підсилювачі; 15,16-фільтри; 17-мікропроцесорний блок; 18-пристрій відображення; 19-доріжки с отворами

Фотоелектричний перетворювач кутових переміщень працює наступним чином.

При повороті вала 2 на кут α світловий промінь від освітлювача 3 проходить через фокус 4, першу групу світловодів 6 і потрапляє на один із отворів 12 у диску 11, який в даний момент співпадає з одним із світловодів першої групи 6. Далі промінь потрапляє на вхідний торець одного із світловодів другої групи 7, розміщених в одну лінію, направлену по радіусу диска 11, а потім через вихідні торці другої групи світловодів 7 поступає на один з двох фотоприймачів 8,9 фотоприймального блока 10. Після

цього сигнал потрапляє до одного з послідовно з'єднаних підсилювачів 13, 14 та фільтрів 15, 16, що своїми виходами підключені до мікропроцесорного блоку 17, який під'єднаний до пристрою відображення 18.

На один із входів мікропроцесорного блоку 17 приходять логічна "1", в той час як на іншому вході за відсутності сигналу – "0".

В залежності від черговості появи логічної "1" на першому або другому вході мікропроцесорного блоку 17 визначають, що необхідно робити з "1" на одному із входів цього блоку – додавати чи віднімати її. Таким чином враховується напрям повороту вала.

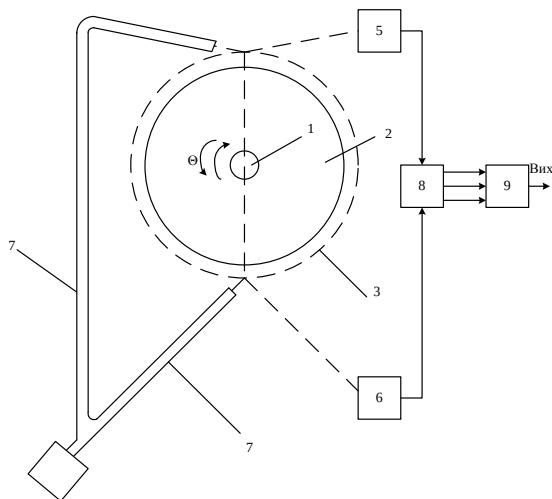
Отже, підраховуючи кількість імпульсів і помноживши її на ступінь дискретизації q , можна отримати величину кутового переміщення. Результат передається на блок відображення інформації 18.

Таким чином, запропонований фотоелектричний перетворювач кутових переміщень має спрощену конструкцію, підвищену надійність і простоту технології виготовлення кодового диска.

З метою подальшого спрощення конструкції, підвищення роздільної здатності і технологічності кодового диска за рахунок виводу із складу одного джерела випромінювання і нанесення з відповідною дискретністю відбиваючих та не відбиваючих світло ділянок на торцеву поверхню кодового диска запропоновано фотоелектричний перетворювач кутових переміщень [4].

На рис. 2 показана функціональна схема перетворювача, де 1 – вал,

2 – кодовий диск; 3 – відбиваючі та не відбиваючі світло ділянки; 4 – джерело випромінювання; 5, 6 – фотоприймачі; 7 – світловоди; 8 – логічна схема; 9 – реверсивний лічильник.



Фотоелектричний перетворювач кутових переміщень працює наступним чином.

При повороті вала 1 на кут Θ світлові промені від джерела випромінювання 4 через світловоди 7 потрапляють на торцеву поверхню кодового диска 2.

Рисунок 2 – Функціональна схема фотоелектричного пристрою

Якщо світлове випромінювання у вигляді світлових потоків попадає на відбиваючу світло ділянку 3, то відбившись від неї потрапляє на відповідний фотоприймач 5, 6. На виході першого фотоприймача 5 з'явиться імпульс напруги, який поступає на один із входів логічної схеми 8. На другий вхід логічної схеми 8 поступає імпульс із другого фотоприймача 6. Ло-

гічна схема порівнює черговість приходу цих імпульсів і визначає напрям обертання кодового диску 2. Фотоприймачі 5, 6 і світловоди 7 розміщені таким чином, що при обертанні кодового диску 2 в позитивному напрямку першим видає імпульс фотоприймач 5, а в протилежному напрямку – фотоприймач 6. При отриманні пари імпульсів від фотоприймачів 5, 6 логічна схема 8 видає один імпульс на рахунковий вхід реверсивного лічильника 9 і одночасно – сигнали на два входи управління рахунком.

Таким чином, фотоелектричний перетворювач кутових переміщень підраховує всі зміни кута Θ на величину кванта $\Delta\Theta$, алгебраїчно підсумовуючи їх з урахуванням знака.

Запропоновані фотоелектричні перетворювачі кутових переміщень мають спрощену конструкцію, підвищену надійність і роздільну здатність, технологічність кодового диску.

Список літератури

1. Пат. №40489, Україна, МПК G01B 11/26. Фотоелектричний перетворювач кутових переміщень / Кошовий М.Д., Цеховський М.В., Бурлєєв О.Л.; Заявник і патентоволодар Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є.Жуковського «ХАІ». – №U200813330; заявл. 18.11.2008; опубл. 10.04.2009, Бюл. №7. – 3с.

2. Домрачев В.Г. Схемотехника цифровых преобразователей перемещений: справочное пособие / В.Г. Домрачев, В.Р. Матвеевский, Ю.С. Смирнов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 392 с.

3. Пат. №114368, Україна, МПК G01B 11/26. Фотоелектричний перетворювач кутових переміщень / Заболотний О.В., Кошова І.І., Кошовий М.Д.; Заявник і патентоволодар Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є.Жуковського «ХАІ». – №U201608593; заявл. 05.08.2016; опубл. 10.03.2017, Бюл. №5. – 3с.

4. Пат. №119374, Україна, МПК G01B 11/26. Фотоелектричний перетворювач кутових переміщень / Кошовий М.Д., Заболотний О.В., Дергачов В.А., Костенко О.М., Кошова І.І.; Заявник і патентоволодар Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є.Жуковського «ХАІ». – №U201702898; заявл. 27.03.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. №18. – 2с.

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА ДИАГНОСТИКИ, ОСНОВАННОГО НА ПРИМЕНЕНИИ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА

Лавриненко О.В.

*НТУ «ХПИ», ул. Курничева 2, г. Харьков, Украина, 61002,
lavrinol2004@gmail.com*

Для классификации технического состояния двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с использованием методов статистической теории распознавания образов (СТРО) согласно [1] необходимо располагать:

– априорной вероятностью появления того или иного класса его технического состояния.

– статистическим описанием плотности распределения каждого класса в пространстве диагностических признаков его технического состояния.

Основой для алгоритмизации процесса диагностирования является правило максимального правдоподобия [2], пороговое условие которого предполагает равными апостериорные вероятности принадлежности x к тому или иному классу неисправностей:

$$P(\omega_i/x) = P(\omega_j/x), \text{ при } i \neq j \quad (1)$$

На основе правила максимального правдоподобия строится дискриминантная функция и решающее правило вида:

$$\begin{aligned} & x^t \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2) - \frac{1}{2}(\mu_1 - \mu_2)^t \times \\ & \times \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2) > (<) 0 \Rightarrow x \in \omega_1 (x \in \omega_2). \end{aligned} \quad (2)$$

Дискриминантная функция (левая часть неравенства) представляет собой линейную комбинацию вектора наблюдения, т.е. вектора диагностических признаков. Для упрощения математического расчетного аппарата принимаем допущение о равенстве (близости) ковариационных матриц распознаваемых классов ω_1 и ω_2 и равенств априорных вероятностей $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma$ и $P(\omega_1) = P(\omega_2) = 0,5$.

В пространстве диагностических признаков существует только один эталонный класс нормального технического состояния объекта и множество классов, имеющих те или иные неисправности или нарушения. Классы с нарушениями технического состояния могут непосредственно граничить с эталонным классом нормального состояния объекта. Такие классы называются граничными. Граничные классы состояний, в зависимости от их положения по отношению к классу нормального состояния объекта, подразделяются на оппозитные и смежные классы. Оппозитные, это такие классы, которые лежат

по обе стороны от эталонного класса нормального состояния объекта. Смежные – такие классы неисправностей, которые граничат друг с другом. Классы, которые не граничат с классом нормального состояния объекта, называют удаленными классами.

Понятие эталонного класса нормального состояния объекта, граничных, оппозитивных и удаленных классов неисправностей показаны на рис. 1

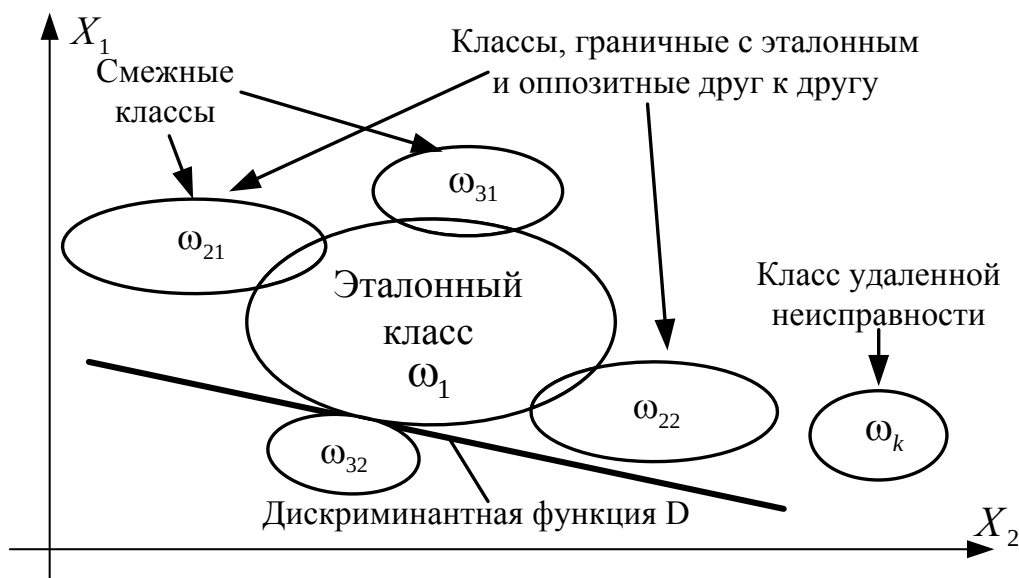


Рисунок 1 – Распознаваемые классы состояний в пространстве диагностических признаков

При диагностике ДВС необходимо учитывать его способность работать в нескольких режимах, и, при распознавании классов его технических неисправностей, это достигается объединением пространства диагностических признаков и пространства режимных параметров его работы. Следовательно, только для такого объединенного пространства, необходимо осуществлять поиск дискриминантных функций.

Список литературы

1. Обозов А. А. Статистическая теория распознавания образов и алгоритмы диагностирования топливной аппаратуры судового дизеля / А. А. Обозов // Двигателестроение. – 2008. – № 1. – С. 31–35.
2. Андерон Т. Введение в многомерный статистический анализ / Т. Андерон. – М. : Гос. изд-во физ.-мат. Литературы, 1963. – 500 с.

СИСТЕМА ДОЗУВАННЯ РІДКИХ РЕЧОВИН

Машезов А.В., Тополов І.І.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

igor.i.topolov@gmail.com

Різноманіття й складність вимог, пропонованих сучасною наукою й технікою до характеристик, а також областям застосування дозаторів обумовили появу численних і різноманітних методів вимірів останніх.

Метою роботи є побудова дослідного взірця вагового дозатора рідких речовин малих об'ємів (0,01-0,2) л., дозволяючого повністю автоматизувати процес вимірювання, дозування та обліку рідкої продукції, яка фасується у скло чи поліетиленову тару у процесі технологічного виробництва [1].

СДРР містить наступні функціональні блоки (рис.1):

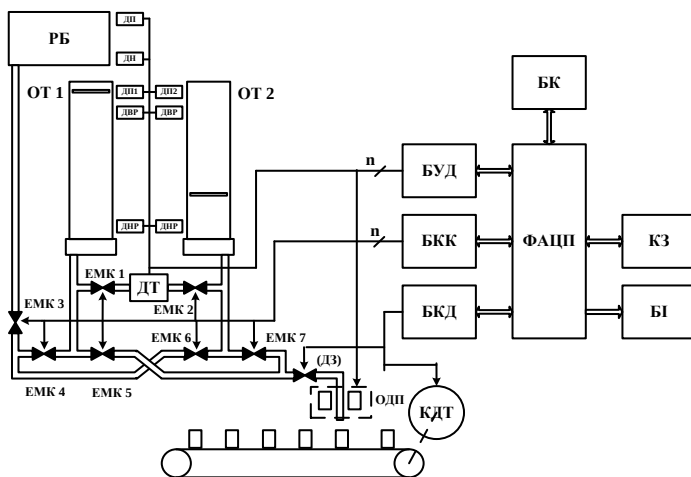


Рисунок 1 – Структурна схема СДРР

ДТ - датчик тисків, БКК - блок керування клапанами, БКД - блок керування двигунами, ФАЦП - функціональний аналого-цифровий перетворювач, БК - блок керування, ПК - пульт керування, БІ - блок індикації, ДЗ - дросельна заслінка, КДТ - кроковий двигун транспортера, БУД - блок узгодження датчиків, ЭМК1-ЭМК7 - електромагнітні клапани, ОДП - оптичний

датчик положення, ДВР, ДНР, ДСР - датчики рівнів, РБ - рідинний бак, ОТ1, ОТ2 - Оптична труба.

СДРР працює по черзі від ОТ1 або ОТ2 через відкриті ЕМК1, ЕМК2. Дві оптичні труби необхідні для безперервної роботи дозувача. Дозування речовини виробляється через підключену в цей момент часу ОТ і відкриті ЕМК. Для заповнення ОТ необхідно відкрити ЕМК3, і один із клапанів заповнення, ЕМК 4 або ЕМК 6.

Заповнення ОТ відбувається швидше чим її спустошення тому цикл заправлення встигає закінчитися, до спустошення протилежної ОТ.

Керування клапанами відбувається за допомогою блоку керування БКК. Датчики верхніх і нижніх, і середніх рівнів являють собою автогенератори, що генерують синусоїдальні коливання. Коли паливо в трубі досягає оцінки рівня датчика ДВР, коливання зриваються, що служить сигналом БК про те, що залив зроблено. Аналогічно робить і ДНР, спрацьову-

вання датчика середнього рівня ДСР сигналізує про нормальне заповнення ОТ. Після заливу ОТ, СДРР готовий до роботи. Після сигналу з БК відкриваються ЕМК2 і ЕМК7, і через відкриту дросельну заслінку ДЗ рідина починає надходити в тару. Синхронізація підходу тари й відкривання ДЗ відбувається через БК за допомогою спрацьовування оптичного датчика положення ОДП. при цьому всі інші ЕМК закриті. Заповнення ОТ, яка не перебуває в режимі виміру, відбувається в проміжку часу виміру на «робочій» ОТ у міру необхідності (контроль датчиками рівнів і БК). Вимір ваги речовини відбувається непрямим методом (по тиску у ОТ). Вимірюваний тиск заповнює чутливий елемент ДТ, сильфонну коробку. Різницевий тиск викликає лінійне переміщення мембрани останньої, котра у свою чергу за допомогою плунжера жорстко пов'язана з рухомим сердечником котушки індуктивності вимірювального генератора Γ_x .

Викликане в такий спосіб збільшення частоти ΔF вимірювального генератора Γ_x , надходить через формувач Φ_1 на вхід ФАЦП.

Також на інший вхід ФАЦП через формувач Φ_2 надходить частота F_0 від квантуючого генератора Γ_0 , чутливий елемент якого не має зв'язок з каналом вимірюваного тиску, а відкритий в атмосферу.

У ФАЦП, що робить функціонально аналогово-цифрове перетворення вхідної величини з лінеаризацією вихідної характеристики вимірювального автогенератора Γ_x , а також масштабування результату виміру для подання його на цифровому відліковому пристрої центрального вимірювального пристрою (БВ) у системних величинах [2,3].

Керування роботою СДРР здійснюється командами із блоку керування або контролера відповідно до програми, закладеної в ПЗП. Так само вводяться при необхідності коригувальні впливи, внесені оператором відповідно до програми технологічної карти процесу за допомогою пульта керування (ПК). Так само з ПК здійснюється калібрування приладу введенням масштабного коефіцієнта N_0 .

Список літератури

1. Александров И.Д. Справочник по технологии приготовления лекарственных форм / И.Д. Александров, В.М. Субботин. – Ростов на Дону : "Феникс", 2000 – 192 с.
2. Хансуваров К.І. Техніка вимірювання тиску, витрат кількості та рівню рідини, газу та пару / К.І. Хансуваров, В.Г. Цейтлін– К.: Наукова думка, 1989. – 86 с.
3. Полулях К.С. О рациональном выборе информативного параметра в генераторных измерительных устройствах / К.С. Полулях, И.И. Тополов // Вестник Национального Технического Университета «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 1999. – Вып. 64. – С. 132-134.

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ХАРЧОВОЇ ПЛАСТМАСИ

**Павлюк Ю. М., Григоренко І. В., Григоренко С. М.
НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002**

Об'єктом розробки, що представлена у доповіді, є система контролю технологічного процесу виготовлення харчової пластмаси. До складу системи входять наступні первинні вимірювальні перетворювачі: температурний датчик, датчик для контролю тиску. У якості мікроконтролера використовується АТmega16.

Система контролю технологічного процесу виготовлення харчової пластмаси призначена для вимірювань у діапазоні температур від + 20 °С до + 110 °С, діапазоні вимірюваного тиску (25 – 40) бар (2,5 – 4) МПа. Похибки вимірювальних каналів системи не перевищують 0,5%.

Найпоширенішим видом виробництва пластмас є серійне й дрібносерійне лиття під тиском. Це самий бюджетний спосіб, і за допомогою його в країні виготовляється біля третини пластмасового матеріалу. Як сировина використовуються гранули, що піддаються процесу плавлення, після чого вони відправляються в спеціальні форми для лиття. Виготовляючи пластмаси за допомогою технології лиття під тиском, використовують термопластавтомати [1].

Робота всіх найважливіших елементів, таких, як відділення видуву, нагрівальне колесо, транспортер преформ і механізм, що подає нагріті преформи з нагрівальної камери у відділення для видуву пляшок, повинна бути чітко синхронізована за допомогою єдиної системи контролю. Необхідно також, щоб кожний із цих елементів міг бути снят незалежно від інших для обслуговування й переналадження. У процесі експлуатації встаткування небагато 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. На Рис. 1 зображена структурна схема системи контролю технологічного процесу виготовлення харчової пластмаси. Вона складається з 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.

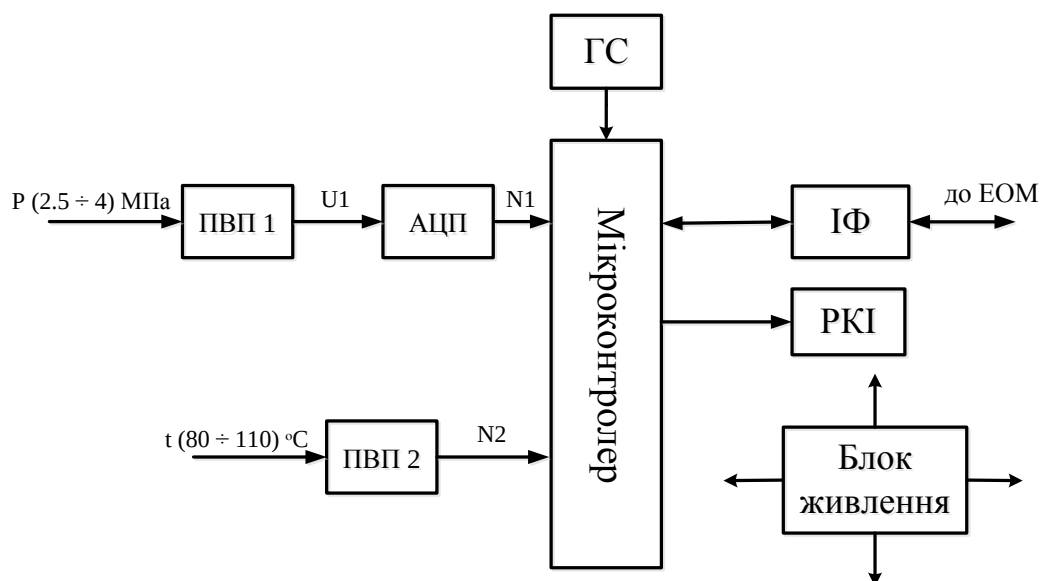


Рисунок 1 – Структурна схема

ПВП 2 – первинний вимірювальний перетворювач температури для контролю видувки пляшки, яке здійснюється при температурі 110°C. 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 АЦП. ГС – генератор синхронізуючих імпульсів виробляє синхроімпульси, необхідні для роботи мікроконтролеру. Мікроконтролер - контролює, синхронізує, обробляє отриману інформацію, відправляє її на рідкокристалічний індикатор і інтерфейс. ІФ – інтерфейсний блок, призначений для забезпечення можливості обміну інформацією між мікроконтролером і електронно-обчислювальною машиною (ЕОМ), а також для програмування режимів роботи мікроконтролера. РКІ – рідкокристалічний індикатор, призначений для відображення інформації, яка надходить з МК. Блок живлення забезпечує необхідну живлячу напругу для роботи системи.

Робота пристрою здійснюється в такий спосіб: вимірювані величини діють на ПВП 1 та ПВП2. Мікроконтролер зчитує інформацію з ПВП 1 та ПВП2, виконує обробку інформації, а саме порівняння параметр, що надійшов від датчика з заданою програмно величиною (уставкою), видає інформацію на РКІ про поточне значення величини, що контролюється, якщо параметр вийшов за межі допуску то він сигналізує на РКІ про відхилення, або передає інформацію по інтерфейсу ІФ до ЕОМ для подальшої обробки та накопичення.

Список літератури

1. Особенности процесса производства пластмассы, описание технологии и оборудования [Электронный ресурс]. Режим доступа : greenologia.ru/othody/sinteticheskie/nefteprodukty/proizvodstvo-plastmass.html.

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕДУРОЙ ПРИБЛИЖЕНИЯ И СЛЕЖЕНИЯ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ ЗАЗОРА ОТСЧЕТНОГО ЭЛЕКТРОДА ЦИФРОВОГО ЗОНДА КЕЛЬВИНА

Пантелеев К.В., Воробей Р.И., Тявловский К.Л., Тявловский А.К.,
Самарина А.В., Свистун А.И., Гусев О.К., Жарин А.Л.
*Белорусский национальный технический университет,
пр. Независимости, 65, г. Минск, Беларусь, 220013, nilpt@tut.by*

Реализуемый в цифровом зонде Кельвина [1] косвенный метод измерения контактной разности потенциалов (КРП) основан на поочередном определении амплитуд переменного выходного сигнала A_1 и A_2 по двум и более фиксированным значениям потенциала компенсации B_1 и B_2 и последующем вычислении значения КРП путем аппроксимации компенсационной зависимости измерительного сигнала [2]. Автоподстройку и автоподвод зонда к измеряемой поверхности позволяет осуществлять расчет значения углового коэффициента компенсационной зависимости, по которому формируется управляющий сигнал в следящей системе, изменяющий и выполняющий коррективную межэлектродного зазора.

Для пояснения метода рассмотрим особенности формирования сигнала измерительного динамического конденсатора при изменении зазора. Выходной переменный ток $i(t)$ в цепи описывается выражением [1]

$$i(t) = U_{\text{КРП}} \frac{\partial C_{12}}{\partial d(t)} = U_{\text{КРП}} \frac{\varepsilon \varepsilon_0 \omega S \sin(\omega t)}{(d_o + d_m \cos(\omega t))^2}, \quad (1)$$

где $U_{\text{КРП}}$ – КРП между поверхностями зондового и измеряемого образца; C_{12} – емкость динамического конденсатора; ω – циклическая частота вибрации; S – площадь торцевой поверхности зонда; $d_o + d_m \cos(\omega t) = d$ – среднее модулируемое расстояние между зондом и измеряемой поверхностью.

В соответствии с выражением (1) при изменении расстояния в системе зонд-образец $\Delta d = d_1 - d_2$ амплитуды переменного измерительного сигнала $A_1(B_1)$ и $A_2(B_2)$ также изменяются (рисунок 1, а). В этом случае изменение зазора будет в обратно-пропорциональной зависимости от разности тангенсов угла наклона α компенсационной зависимости:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2 = \varepsilon \omega S d_m \left(\frac{1}{d_1^2} - \frac{1}{d_2^2} \right). \quad (2)$$

Таким образом угловой коэффициент k может быть определен по параметрам выходного сигнала в едином цикле с измерением КРП. Его расчет выполняется с помощью средств цифровой обработки сигнала управляющего микроконтроллера в соответствии с выражением:

$$k = \operatorname{tg} \alpha = \frac{A_1 - A_2}{B_1 - B_2}. \quad (3)$$

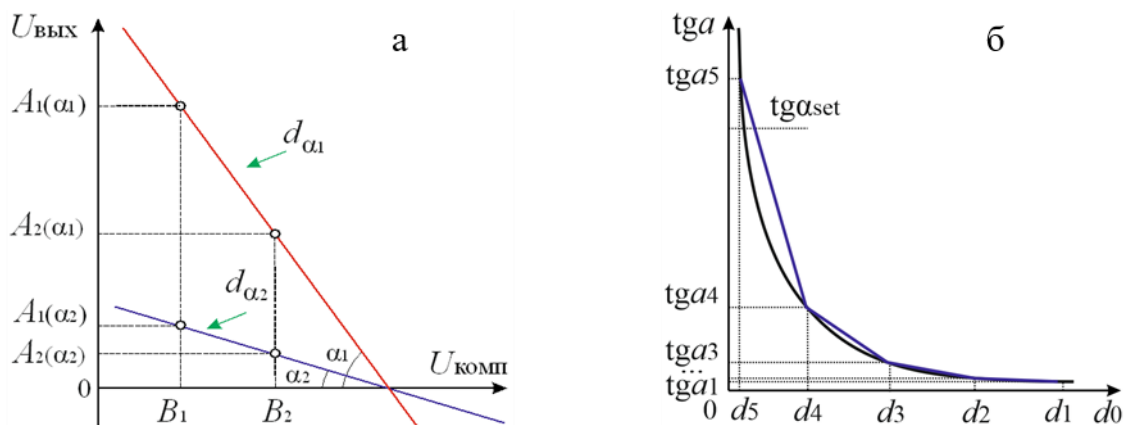


Рисунок 1 – Принцип метода слежения за изменением зазора отсчетного электрода по параметрам компенсационной зависимости (а) зонда Кельвина и преобразования углового коэффициента в расстояние (б)

Расчетное значение углового коэффициента может быть достаточным для формирования управляющего сигнала в следящей системе. Однако при реализации процедуры автоматического подвода зонда существует проблема, связанная с определением значения расстояния при котором происходит касание зондом образца. В случае прецизионных поверхностей касание не допустимо. Это может привести к нарушению состояния измеряемой поверхности или необратимым повреждениям самого зонда.

Указанная проблема решается при изначальной калибровке системы. В процессе инициализации отсчетный электрод находится на каком-то расстоянии d от измеряемой поверхности. При получении команды на подвод, микроконтроллер вырабатывает команды перемещения зонда на небольшие, равные по величине, шаги. После каждого шага определяется угловой коэффициент компенсационной зависимости, запоминается в памяти и сравнивается с предустановленным значением $\text{tg } \alpha_{\text{set}}$. При превышении углового коэффициента предустановленного значения, процесс подвода зонда останавливается, а в памяти микропроцессора формируется таблица из требуемого числа значений. Данная таблица, также может служить основой для кусочно-линейного преобразования получаемых значений углового коэффициента в расстояние (рисунок 1, б).

Список литературы

1. Цифровой измеритель контактной разности потенциалов / К. В. Пантелеев, А. И. Свистун, А. К. Тявловский, А. Л. Жарин // Приборы и методы измерений. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 136–144.
2. Способ измерения контактной разности потенциалов: патент ЕА 026858 / О. К. Гусев, Р. И. Воробей, А. Л. Жарин [и др.]. – Опубл. 31.05.2017.

РОЗРОБКА ВИМІРЮВАЧА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РАДІОЕЛЕМЕНТІВ

Піндус Н.М., Чеховський С.А., Шинкарук Х.М., Піндус О.В.
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна,
natalyapindus@gmail.com

На сьогоднішній день доволі актуальними є питання, які пов'язані з необхідністю розробки якісно нових теоретичних підходів до теорії побудови систем для визначення параметрів радіоелементів, створення нових методів визначення параметрів вимірювання, синтезу сучасних структурних схем засобів вимірювального перетворення параметрів та впровадження їх у виробництво[1].

Розроблені на даний час методи та системи для вимірювання параметрів радіоелементів не є достатньо ефективними для проведення вхідного контролю. У даній роботі розглянуто питання розробки сучасного засобу вимірювального перетворення параметрів та впровадження його у виробництво. З цією метою розроблено структурну, функціональну та принципову електричну схеми мікроконтролерного (МК) інформаційно-вимірювального приладу на базі мікроконтролера фірми Atmel [2]. Виготовлено діючий дослідний зразок аналогу приладу. МК-вимірювач може бути використаний для експлуатації в лабораторних та польових умовах і придатний для вимірювання параметрів радіоелементів без їх відпаювання із схеми. Спроектований пристрій має високі експлуатаційні технічні характеристики та показники надійності. Розрахунковий час безвідмовної роботи складає 5 років і 3 місяці, що є достатнім для даного класу апаратури [3,4]. Під час експлуатації приладу виявлено зручність та точність виконання діагностування неполадок електричних двигунів, оскільки прилад вимірює одночасно параметри активного та індуктивного опору.

Даний пристрій, завдяки його параметрам, які кращі за аналоги, може бути впроваджений у серійне виробництво і застосовуватися як у промислових лабораторіях по ремонту електрорадіоапаратури так і на підприємствах приладобудування для забезпечення вхідного контролю радіоелементів, майстернях з ремонту побутової техніки. Це, зокрема, стосується методів та засобів вимірювання якісних показників нафти, газу та нафтопродуктів. Так, проведені нами дослідження [5] конденсаційного вологоміра природного газу показали можливість розробленого пристрою для оцінки характеристик фотодіодів. Нами також проведені дослідження [6] термокондуктометричного аналізатора якісних характеристик природного газу, в електронній схемі перетворення вимірювальної інформації якого використані елементи, характеристики яких визначались розробленим пристроєм.

Здійснено розробку програмного забезпечення приладу та розробку структурної схеми, проведено повірку приладу.

Основні висновки даної роботи наступні:

а) запропоновано підвищення якості роботи та скорочення часу для проведення вимірювань при ремонті та обслуговуванні радіоелектронних приладів;

б) вдосконалено метод вимірювання еквівалентного послідовного опору конденсатора який на відміну від існуючих дозволяє точно визначити його реальне значення.

в) запропоновано проведення діагностики обмоток електродвигунів шляхом вимірювання значення RL .

г) розроблено та систематизовано гнучке програмне забезпечення що дозволяє проводити швидку модернізацію приладу та введено нові функції із застосуванням любых типів контролерів сімейства Atmel, що дозволяє компіляцію програмного забезпечення під будь-який контролер[2].

Список літератури

1. Markus Frejek AVR,. Embedded Projects Journal, 11. Ausgabe, 2011
2. Atmel Corporation 8-bit AVR with 4/8/16/32KBytes In-System Programmable Flash -ATmega48 - ATmega328,. Руководство, 8271D-AVR-05/11, 2011
3. Новицкий П.В. Оценка погрешностей результатов измерений / П.В. Новицкий, И.А. Зограф – Л. : Энергоатомиздат, 1991. – 278 с.
4. Грановский В.А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях / В.А. Грановский, Т.Н. Сирая. – Л. : Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
5. Витвицька Л.А. Метрологічний аналіз конденсаційного вологоміра природного газу / Л.А. Витвицька, С.А. Чеховський // Системи обробки інформації – Х. : ХУПС. – 2015. – Випуск 2(127). – С.72-74.
6. Шинкарук Х.В. Математична модель термокондуктометричного аналізатора для дослідження якісних характеристик газу / Х.В. Шинкарук, Н.М. Піндус, С.А. Чеховський // Тези доповідей 3 міжнародної науково-практичної конференції – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. – С.230–231.

АНАЛІЗ СПЕКТРІВ ПОГЛИНАННЯ ОСНОВНИХ ВУГЛЕВОДНЕВИХ КОМПОНЕНТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В ІНФРАЧЕРВОМУ ДІАПАЗОНІ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИБОРУ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ЇХ КОНЦЕНТРАЦІЇ

Романів В.М., Скробач Н.Є.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул.Карпатська,15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, vasy1484@ukr.net

Однією із якісних характеристик природного газу є його енергія, яка залежить від концентрації його вуглеводневих компонент (метану, етану, пропану та вищих). Вони орієнтовно складають 95-99% газової суміші і вносять найбільшу вагу в її теплотворну здатність.

Найбільшою проблемою у детектуванні вуглеводневих компонент за допомогою оптико-абсорбційної спектроскопії є велика різниця в об'ємних долях вмісту метану по відношенню до часток етану та пропану. Іншою проблемою є близькість та перекривання ліній поглинання насиченими вуглеводнями. Це зумовлено наявністю у формулах алканів метилових та метиленових груп, які крім основних смуг мають лінії поглинання зумовлені асиметричними валентними та деформаційними коливаннями цих груп. Спектри поглинання інфрачервоного (ІЧ) випромінювання важкими вуглеводнями (C_4+) дуже перекриваються і для ІЧ-спектроскопії в діапазоні від 3 до 5 мкм є непридатними.

На рис.1 подано схематичне представлення смуг поглинання основних вуглеводневих компонент природного газу у спектральному діапазоні від 0,75 до 15 мкм

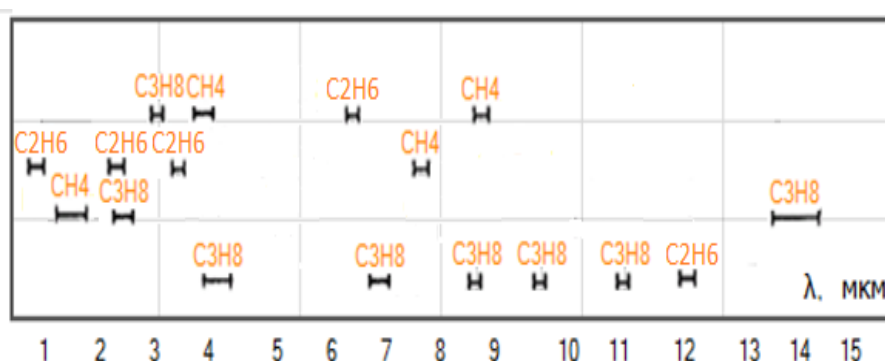


Рисунок 1 – Схематичне представлення смуг поглинання основних вуглеводневих компонент природного газу у спектральному діапазоні від 0,75 до 15 мкм

Основні лінії поглинання метану, етану та пропану зосереджені в середньому діапазоні ІЧ спектру від 3 до 4,5 мкм. Виділення ліній для ідентифікації вуглеводнів у цьому діапазоні дозволить суттєво підвищити

чутливість. Заслужують на увагу "вікна прозорості" у дальній частині ІЧ діапазону. І хоч лінії поглинання в ньому менш інтенсивні ніж в середньому діапазоні, однак застосовуючи одночасне вимірювання інтенсивності поглинання ІЧ випромінювання одразу на 4 і більше довжинах хвиль (метану-7,68 мкм; етану - 6,88; 12,24; пропану-6,9; 8,77; 9,6; 11,16; 13,64), які не накладаються, можна розрахувати концентрації компонент природного газу із розв'язку системи нелінійних рівнянь [1].

У ближньому ІЧ діапазоні можна виділити ряд смуг з центрами, де лінії поглинання вуглеводнями не накладаються. Зокрема для кількісної оцінки метану зручно використати частоти 1,33 та 1,65 мкм, етану 2,78 мкм і пропану 2,67 мкм (рис.2) [2].

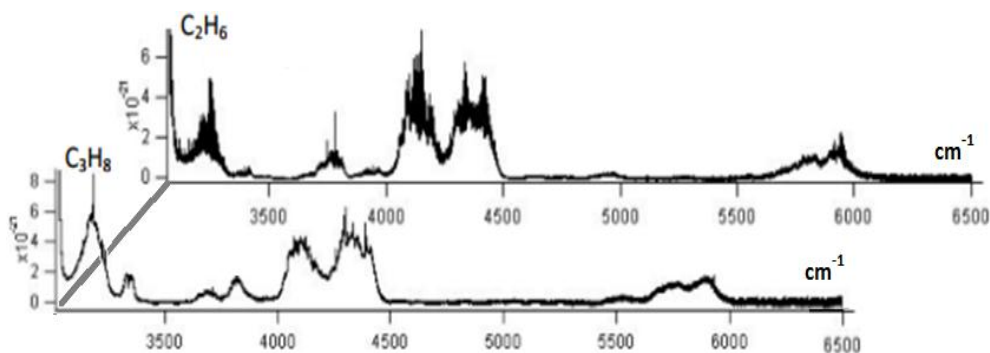


Рисунок 2 Спектри поглинання етану та пропану у ближній частині ІЧ діапазону

Простота ідентифікації основних вуглеводнів у ближній частині ІЧ діапазону зумовлена великою кількістю промислових типів ІЧ джерел та приймачів та оптоволокна, яке можна використати для вводу виводу випромінювання. Характеристики оптоволокна не дозволяють його застосовувати у середньому та дальньому ІЧ діапазоні, через велике затухання. Однак із застосуванням кабеля на основі волокна із фторида тяжких металів ця проблема вирішується.

Список літератури

1. Патент RU 2441219 G 01 № 21/31. Способ определения компонентного состава природного газа в реальном масштабе времени/ Киреев С. В., Шнырев С. Л., Подоляко Е. М., Симановский И. Г. – № 2010130047; заявл. 19.07.2010; опубл. 27.01.2012, Бюл. № 3.
2. Ахмедов Э. Р. Газоанализатор дистанционного измерения концентрации метана на основе диодного лазера ближнего ИК диапазона и выносного оптоволоконного датчика / Э. Р Ахмедов, Я.Я. Понуровский // Вестник МГТУ МИРЭА. – 2015. – Вып.2(7). – с. 67-83.

СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ ОБ'ЄКТІВ

Семець Ю.М., Тополов І.І.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

igor.i.topolov@gmail.com

Потреба застосування операцій вимірювального контролю лінійних розмірів у різноманітних сферах народного господарства, з метою забезпечення точності обробки деталей, прецизійної збірки певних механічних вузлів і комплексної автоматизації, вимагає постійного моніторингу переміщень [1].

Існують дві великі групи методів вимірювання лінійних розмірів, контактні та безконтактні, які відрізняються тим, що чутливий елемент вимірювача входить або не входить в контакт з об'єктом вимірювання. Обидві групи досить розвинені і мають широкий ряд фізичних втілень, кожен з яких має певні переваги і недоліки. Нітрохи не зменшуючи достоїнств контактних методів, зупинимося на безконтактних, популярних останнім часом у зв'язку з розвитком оптичної техніки.

Оптичні методи вимірювання дозволяють отримати високу роздільну здатність, широкий діапазон виміру, але на жаль, являються досить дорогими. Тому в роботі пропонується альтернативний (бюджетний) метод вимірювання лінійних розмірів об'єктів, якого було реалізовано за допомогою цифрового фотоапарату [2]. Структурна схема складається із наступних блоків: ДС – джерело світла, для підсвічування губок мікрометра (ГМ); СФ – світлофільтр, для зміни спектрального складу світлового потоку з ДС; ГМ – губки мікрометра МК-25, відстань між якими досліджується; О – об'єктив ВЕГА-11У, для формування зображень; ПКЛ – подовжуючи кільця, зміна масштабу фотографування; ЦФ – цифровий фотоапарат Canon EOS 20D, отримання зображень разом з ПКЛ та О.

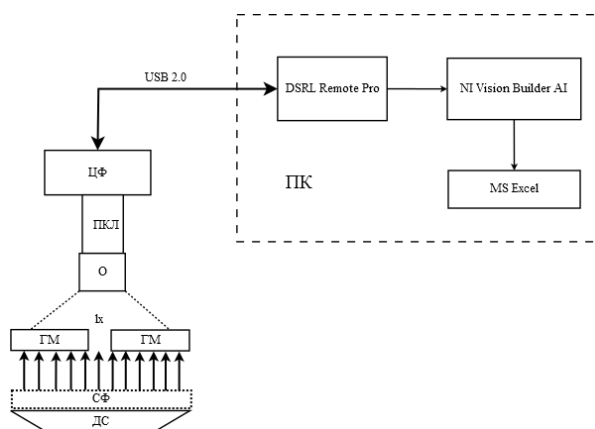


Рисунок 1 – Структурна схема метода

DSRL Remote Pro – програмне забезпечення для дистанційного керування ЦФ, NI Vision Builder AI – програмне забезпечення для обробки зображень; MS Excel – програмне забезпечення для представлення результатів розробленого алгоритму та проведення додаткових обчислень.

Переваги обраного методу полягають в тому, що є можливість проводити вимірювання та контроль лінійних розмірів об'єктів на відстані. Тим самим зростає ймовірність уникнути суб'єктивної систематичної похибки.

В роботі виконано огляд та дослідження великого кола методів і засобів оптичних вимірювань лінійних і кутових переміщень об'єктів, результатом чого було зроблено наступні висновки.

Підсумком проведеної роботи було експериментально перевірено роботоздатність розробленої структурної схеми, автоматизованого алгоритму для обробки цифрових зображень та проаналізовано похибки вимірювання.

В доповіді розглянуто оптичний метод вимірювання лінійних розмірів об'єктів за допомогою фотоапарату, макрооб'єктива та персонального комп'ютера. Розглянуто принцип вимірювання та контролю лінійних розмірів об'єктів. На підставі вищесказаного були зроблені висновки:

- Були досягнуті максимальні показники при яких змодельована система здійснює вимірювання (до дев'яти нанометрів).

- Всі компоненти системи піддаються легкому транспортуванню, а це дає можливість здійснювати вимірювання, як в лабораторних умовах, так і в виробничих.

- Була врахована дія впливаючих факторів на результати вимірювання, що дає можливість скорегувати їх дію, та зробити вимірювання високоточними.

- В системі використані недорогі компоненти, а це знижує вартість вимірювання, адже більшість приладів, які використовуються при оптичних вимірювання мають високу вартість та складність у обслуговуванні.

До недоліків наведеної системи можна віднести недостатнє освітлення та незахищеність від шуму, який впливає на якість результату вимірювання.

Підсумком експериментальної перевірки розробленої системи, було встановлено що вимірювання лінійних розмірів від $0,05 \div 2,00$ (мм), отримано з максимальною відносною похибкою $\delta = 1,47 \%$ [3].

Список літератури

1. Кайнер Г. Б. Измерение линейных размеров высокоточных деталей / Г. Б. Кайнер. – М. : Машиностроение, 1975. – 168 с.
2. Форсайт Д. А. Компьютерное зрение. Современный подход / Д.А. Форсайт, Ж. Понс – М. : Изд. Дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
3. Подчашинський Ю.О. Метод розрахунку похибок геометричних вимірювань на цифрових зображеннях / Ю.О. Подчашинський // Вісник ЖІТІ. – 2000. – № 14. – С. 166–174.

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ В ПРОТЯЖНИХ ТРУБОПРОВОДАХ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРУ З МАЛОЮ ШВИДКІСТЮ ПОТОКУ

Ткачук А.А., Лапченко Ю.С.

*Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська 75, м. Луцьк, Україна, 43018,
<http://lutsk-ntu.com.ua/uk>*

Відомі засоби вимірювання витрати води в трубопроводах великого діаметру з малою швидкістю потоку, такі, наприклад, як тахометричні або коріолісові, однак у випадку колекторного переходу (трубопроводу великого діаметру, що прокладається на глибині 3-7 м, швидкість потоку в якому може бути нижча 0,3 м/с), що знаходиться в експлуатації, монтаж відомих засобів вимірювання швидкості потоку вимагає припинення його роботи на тривалий період та проведення регламентних робіт з перекладання частини водоводу. Ультразвуковий спосіб вимірювання швидкості потоку в каналах реалізується з рознесеними по різних сторонах двома парами перетворювачів, блоком вимірювання і управління. Цей спосіб використовує зондування потоку ультразвуковими імпульсами за двома траєкторіях, під різними кутами до вектора швидкості потоку та вимірювання часу проходження сигналів, тому він не може бути використаний для вимірювання витрати води в прихованих протяжних трубопроводах великого діаметру з малою швидкістю потоку, однак доцільно розглянути принцип його роботи для організації вимірювань витрат води в колекторних переходах.

З огляду на те, що при малих витратах рідини, коли швидкість потоку менше 1 м/с, і незначній довжині акустичної бази різниця часу проходження ультразвукових коливань за і проти течії мала, тому для досягнення регламентованої точності швидкість потоку визначають за зсувом фаз сигналів, що випромінюють за і проти течії.

До причин, що перешкоджають впровадженню цього способу для вимірювання витрати в прихованих протяжних трубопроводах великого діаметру з малою швидкістю потоку, відноситься те, що його реалізація передбачає наявність доступної прямолінійної акустичної бази відомої довжини зі сформованим потоком. Завданням, на вирішення якого спрямовано розроблений спосіб, є створення засобу вимірювання витрати води в колекторних переходах без проведення суттєвих регламентних робіт з перекладання водоводів.

Практична цінність при реалізації розробленого способу досягається тим, що для вимірювання витрати води в трубопроводах, переважно на колекторних переходах, який використовує вимірювання швидкості потоку шляхом посилення і вимірювання часу проходження сигналів за і проти

течії в межах акустичної бази, перетворення величин цих інтервалів часу в зворотні величини і визначення різниці між ними, пропорційній величині витрати води, створюють дві акустичні бази – основну, між двома доступними протилежними ділянками досліджуваного трубопроводу і додаткову з фіксованою довжиною на доступній прямолінійній ділянці мережі трубопроводу. На додатковій акустичній базі визначають швидкість поширення акустичного сигналу в воді, потім зупиняють рух води в досліджуваному каналі, вимірюють час проходження сигналу, заданого в діапазоні частот 30-100 кГц по основній акустичній базі, і з урахуванням раніше визначеної швидкості поширення сигналу в воді визначають довжину основної акустичної бази L , потім відновлюють рух води в каналі, вимірюють час проходження аналогічного сигналу за і проти течії води в основній акустичній базі – T_1 і T_2 і за різницею зворотних величин цих інтервалів часу і довжини основної акустичної бази визначають швидкість потоку $V_n = \frac{L}{2} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$, а

витрати води за певний проміжок часу T з урахуванням площі поперечного перерізу трубопроводу S визначають за формулою: $Q = S V_n T$.

Досліджуваний колекторний перехід, прокладений під землею, має викривлені ділянки і сполучає колектор з ділянками трубопроводу, які, в свою чергу з'єднані з іншими водовідвідними мережами. На протилежних кінцях колектора встановлені один проти одного два ультразвукових електроакустичних перетворювачі і ультразвуковий витратомір-лічильник. Аналогічні перетворювачі встановлені на заданій відстані один від одного на доступній прямолінійній ділянці, наприклад, живленої мережі. Дві пари електроакустичних перетворювачів утворюють основну і додаткову акустичні бази.

Список літератури

1. Ткачук А.А. Аналіз методів призначення міжповірного інтервалу лічильників води / А.А. Ткачук, Ю.С. Лапченко // Технічне регулювання, метрологія та інформаційні технології: матеріали Сьомої Міжнародної науково-практичної конференції (Одеса, 10–11 жовтня 2017 р.), Одеська державна академія технічного регулювання та якості. – Одеса, 2017. – С. 69-70.
2. Марчук В.І. Дослідження методики звіряння для контролю метрологічних характеристик лічильників води / В.І. Марчук, А.А. Ткачук // VI Міжнародна науково-технічна конференція Метрологія, інформаційно-вимірювальні технології та системи МІВТС-2017 (Харків, 24–25 жовтня 2017 року) : – Харків : ТОВ «Оберіг», 2017. – 159 с. – С. 92-93.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ВИПРОБУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Хіхло В.Ю.¹⁾, Тверитникова О.Є.²⁾, Хіхло О.В.³⁾,

**¹⁾ НТУ «ХПІ», вул. Курникова, 2, м. Харків, Україна, 61002, vad-
khihlo@yandex.ru**

**²⁾ НТУ «ХПІ», вул. Курникова, 2, м. Харків, Україна, 61002
tveekhpi@ukr.net**

**³⁾ НТУ «ХПІ», вул. Курникова, 2, м. Харків, Україна, 61002
kykylena2017@gmail.com**

Програмне забезпечення віртуальних випробувальних комплексів – основа створення віртуального приладу. Саме програмне забезпечення визначає функцію приладу, його призначення, основні характеристики, ступінь автоматизації та ін.

Метою роботи є визначити вимоги та на їх основі розробити програмне забезпечення для віртуального випробувального комплексу, з використання засобів програмного пакету LabVIEW компанії National Instruments.

При розробці програмного забезпечення треба брати до уваги такі міркування:

- програма управління комплексом повинна бути максимально наочною, та забезпечувати зручність та швидкість роботи з усім масивом експериментальних даних;
- використовувати в процесі роботи інформацію про передісторію технічного стану об'єкту діагностування;
- застосовувати раціональні алгоритми діагностування та автоматизацію діагностичних процедур;
- використовувати різні методики обробки вимірювальної інформації при постановці діагнозу;
- формувати та накопичувати базу даних.

Виходячи з перелічених вимог, було спроектовано віртуальний випробувальний стенд для діагностики технічного стану дизельних двигунів, визначення несправностей і знаходження шляхів їх усунення.

При розробці програмного забезпечення основна увага приділялась комплексному підходу до обробки вимірювальної інформації.

Одними з найбільш поширених сигналів, які використовують при діагностиці стану дизельних двигунів, є вимірювальні вібраційні сигнали [1,2].

З точки зору аналізу параметрів вібрації, найбільш ефективним вважається застосування одразу групи методів контролю параметрів механічних коливань. Комплексний діагностичний підхід, як правило, включає в себе метод прямого спектрального аналізу, синхронне накопичення, аналіз обвідної та ексцес. Крім того, при діагностуванні потужних дизельних дви-

Саме таке поєднання методів вібродіагностики забезпечує можливість максимально точної інтерпретації отриманих результатів із зазначенням ступеня розвитку того чи іншого дефекту, чіткого формулювання рекомендацій по ремонту техніки, розробки достовірних прогностичних моделей розвитку типових пошкоджень двигунів внутрішнього згоряння, що працюють на важкому паливі [1, 3].

Було розроблено програмне забезпечення для віртуального випробувального комплексу для діагностики технічного стану дизельних двигунів за допомогою програмного пакету LabVIEW.

1. 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 «ХПІ». – Х., 2015. – 32 с.

3. Мигущенко Р. П. Постановка задачі застосування дискретного вейвлет перетворення для діагностики та контролю вібраційних об'єктів / Р. П. Мигущенко, О. М. Реброва, І. М. Коржов // Актуальні проблеми автоматики та приладобудування : матеріали 3-ї Всеукр. наук.-техн. конф., 8-9 грудня 2016 р. / ред. кол. П. О. Качанов [та ін.]. – Харків : НТУ "ХПІ", 2016. – С. 160-161.

ВИМІРЮВАННЯ ОСВІТЛЕНOSTІ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВОЇ ФОТОКАМЕРИ

Шабанов Д.О., Тополов І.І.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

igor.i.topolov@gmail.com

На сьогоднішній день технічний прогрес сягнув небувалих висот. Те що раніше здавалося складним та не рентабельним, на сьогоднішній день є достатньо доступним. Наприклад, в мікробіології дуже важливо контролювати не тільки температуру та вологість, а й освітленість. Проте, сучасні методи вимірювання освітленості є не тільки не з дешевих, а й достатньо незручними в даній сфері.

Достатня освітленість, відповідно до чинних санітарних норм, має контролюватися, насамперед, у школах, лікарнях, а також в офісах та на робочих місцях [1].

Найпопулярнішими приладами вимірювання освітленості є: люксметр, експонетр та флешметр.

Вимірювання рівню освітленості за допомогою люксметра полягає в тому, що прилад має селеновий фотоелемент, який перетворює світлову енергію у енергію електричного струму, який вимірює мікроамперметр. Криві відносної спектральної чутливості селенового фотоелемента і середнього людського ока неоднакові, тому показання люксметра залежать від спектрального складу випромінювання. Зазвичай прилади градуують з лампою розжарювання і при вимірюванні простими люксметри освітленості, створюваної випромінюванням іншого спектрального складу (денне світло, люмінесцентне освітлення), застосовують отримані розрахунком поправочні коефіцієнти. Похибка вимірювань люксметрами низького класу становить не менше 10% від вимірюваної величини [2]. Тому люксметри більш високого класу, оснащуються коригуючими світлофільтрами, в поєднанні з якими спектральна чутливість фотоелемента наближається до чутливості ока людини; також насадкою для зменшення помилок при вимірюванні освітленості, створюваної косо падаючим світлом; та контрольною приставкою для перевірки чутливості приладу. Просторові характеристики освітленості вимірюють люксметри з насадками сферичної та циліндричної форми. Є моделі люксметрів з пристосуваннями для вимірювання яскравості. Похибка вимірювань найкращими люксметрами - близько 1%.

Вимірювання рівню освітленості за допомогою експонетру полягає в тому, що прилад визначає експозицію в плівковій фотографії. Тобто експонетр визначає час витримки та число діафрагми. Частіше всього експонетр встановлюють в фотокамерах для автоматичного визначення експозиції без втручання людини. При вимірюванні по освітленості визна-

чається інтенсивність падаючого світла, від якого на пряму залежить освітленість сцени, що знімається.[2]

Такий метод в більшості випадків найбільш точний, так як вимірювання експозиції не залежить від відбивної здатності об'єкту зйомки.[3] Прив'язка експозиційних параметрів до освітленості сцени виключає помилки, зв'язані з нестандартною відбивною здатністю сцени. Недоліком є те, що експонетр необхідно розташовувати безпосередньо у головного об'єкта зйомки світлочутливим елементом до камери, що не завжди можливо.[3]

Схожий з експонетром прилад - флешметр (англ. Flash Meter) використовується для вимірювання освітленості при зйомці з використанням імпульсних освітлювальних приладів. Від звичайного експонетра флешметр відрізняється необхідністю синхронізації часу вимірювання безпосередньо з імпульсом спалахів, які здійснюється як дротовими, так і бездротовими способами [4]. Всі сучасні фотоапарати оснащуються вбудованими TTL флешметрами, які, як правило, є частиною вбудованого експонетра, що вимірює постійне освітлення, або працюють паралельно з ним.

Пропонується альтернативний метод вимірювання освітленості за допомогою цифрової фотокамери. Який має ряд переваг перед існуючими, таких як: невелика ціна, висока точність вимірювання, змога побудови системи моніторингу та автоматичного контролю, що дозволяє знизити появу ризиків.

У порівнянні з сучасним напівавтоматичним люксометром Testo 540, маючого роздільну здатність 1 люкс, та похибку вимірювання $\pm 3\%$, цифрова фотокамера використовує метод відбитого світла, має роздільну здатність 0,05 люкс, похибку вимірювання $\pm 1,5\%$ та можливість створення системи автоматичного моніторингу [5].

Список літератури

1. ДСТУ Б.В.2.2-6-97 (ГОСТ 24940-96) Будинки і споруди Методи вимірювання освітленості.
2. Фомин А.В. Общий курс фотографии / А.В. Фомин, 1987. – с. 128.
3. Панфилов Н.Д. Краткий справочник фотолюбителя / Н.Д. Панфилов, 1985. – с. 163.
4. Гуревич М. М., Фотометрия. Теория, методы и приборы / Гуревич М. М. – Л. : Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1983. – с. 272.
5. Каталог продукції компанії «Testo». – URL : www.testo.kiev.ua.

СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ СТІЙКОЇ РОБОТИ ВІТРОГЕНЕРАТОРНОЇ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ

Юр'єв А.О., Тополов І.І.

НТУ «ХПІ», вул. Курпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

igor.i.topolov@gmail.com

В роботі розглянуті питання енергозабезпечення об'єктів хазяйнування за допомогою вітроенергетичної установки, як альтернативного та невичерпного джерела електроенергії.

Проведено аналіз властивостей вітрів на території України, а саме у Харківській області, та аналіз існуючих вітрогенераторних енергоустановок. На основі цього аналізу із існуючих моделей вітряних установок для Харківської області найбільш пристосованою до природних умов є горизонтально-осьова установка. Але наряду з усіма позитивними властивостями вибраної енергоустановки, якщо вона будується для можливості отримати максимального ККД, то вона нажаль буде дуже чутлива до зміни швидкості та напрямку вітру, тобто не адаптована до роботи у екстремальних умовах [1,2].

Розробка полягає в адаптуванні існуючої моделі до будь-яких змін у напрямку та швидкості вітру. Для вирішення цієї проблеми нами розроблено систему, яка регулює врівноважене положення силової машини енергоустановки, яка влюбий момент може опинитися під дією сил лобового опору вітровому потоку та вразі перевищення розрахункового порогу стійкості, втратити працездатність [3].

Вирішенням цієї проблеми стала побудова ІВС забезпечення стійкості роботи вітрогенераторної енергоустановки яка забезпечує постійний моніторинг показників сенсорів натягу тросів опорних розтяжок башти та швидкості вітру. У разі перевищення чи невідповідності величин контрольованих параметрів, ІВС аналізує ситуацію та робить висновок про потребу стабілізації системи, для чого змінює кут розташування енергомашини до лобового натиску вітрового підпору, чим зменшує парусність системи, та як слідство, напруженість механічної частини вітроенергоустановки. У разі ж зменшення величини вітрового підпору, система повертає кут положення енергомашини до оптимального, з точки зору максимального ККД та нормальної стійкості механічної частини.

Таким чином спроектована ІВС автоматизує процес стабілізації стійкості вітроенергоустановки та запобігає виникненню на ній аварійних ситуацій.

Але існує ще один спосіб підняти ККД вітроенергоустановки. Нагадаємо що ми починали з того факту, що адаптувались до малих швидкостей вітрів на території Харківщини, для цього максимально підняли чуйність вертикальної вітроенергоустановки. Але на ряду з піднятим ККД отримали підвищення навантаження на лопаті та механічну конструкцію башти та розтяжок.

Нещодавно на просторах винахідницького товариства України пішли розмови про нову роторну систему вітрогенератору, яку сконструював

Олексій Оніпко. Вітрогенератор Ротор Оніпко (автор, заслужений винахідник України Олексій Оніпко) унікальна за конструкцією та призначена для районів, де малі швидкості вітру 0,5-7,0 м/с. Наприклад, в Київській області протягом місяця середня швидкість вітру 3,0-7,0 м/с, влітку менше, зимою більше. Розроблена конструкторська документація на лінійку вітрогенераторів, потужністю від 100 Вт до 5 кВт, виготовлені дослідні зразки.

Форма ротора Оніпко має переваги перед традиційними лопатними вітряками, такими як:

- ефективна робота при поривних та турбулентних вітрах;
- робота при великих і малих швидкості вітру;
- мала стартова швидкість;
- низький рівень аеродинамічного та механічного шуму;
- можливість розміщення безпосередньо на поверхні землі, дахів житлових будинків і нижче рівня крони дерев;
- монолітна конструкція має підвищену міцність;
- відсутність вібрацій;
- уловлювання вітру з різних напрямків;
- безпечність для тварин та птиць.

Завдяки оригінальній конструкції вітроколеса, його кількість обертів практично необмежено. Ніяких гальмівних елементів немає. А надійність усієї конструкції вітроустановки розраховується на стійкість при ураганних вітрах.

Вітрогенератори Оніпко мають три десятка дипломів та медалі різноманітних зарубіжних виставок, зелений Оскар, патенти. Також, по словам самого автора, його науковій групі було зроблено кілька десятків пропозицій від закордонних партнерів на впровадження винаходу за кордоном. Але Вітчизняний винахідник запропонував зустрічну пропозицію, побудувати завод по виробництву роторів на Україні, і тоді він поділиться патентом. Мабуть замислилися закордонні партнери, бо не чути ніяких повідомлень у пресі. Ну що ж, мабуть швидко діла не робляться. А тим часом на просторах Інтернету ентузіасти повторюють конструкцію ротора Оніпко, щоправда великих досягнень поки не видно, але досвід надходить зі втомою. Ми також плануємо зробити декілька експериментів з ротором у напрямку підбору генератору, кутів атаки лопотів тощо.

Список літератури

1. Карта вітрів України // http://nado.znate.ru/Ветры_Украине, 10.04.2017
2. Лосюк Ю.А. Нетрадиционные источники энергии [учебное пособие] / Ю.А. Лосюк, В.В. Кузьмич. – Мн. : УП "Технопринт", 2005. – 234 с.
3. Вітроенергетика. Вітроенергетичні конструкції // <http://www.eltex.net.ua/?menu=3&news=36>, 25.03.2017
4. Патенты автора Онипко Алексей Федорович (UA). Режим доступа <http://www.findpatent.ru/patent/255/2550718.html> 03.10.2017.
5. Ротор Онипко в Украине, что дальше? Режим доступа : <http://old.savenergy.info/page/rotor-onipko-v-ukraine-что-дальше> 23.09.2017

**СЕКЦІЯ 5. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СФЕР
ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ,
СЕРТИФІКАЦІЇ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF QUALIMETRIC
EVALUATIONS OF EDUCATION SYSTEMS**

Demidova Yu. E., Birchenko E.R.

NTU «KhPI», Kyrpychova str.,2, Kharkiv, Ukraine, 61002, dem-ula@ukr.net

Despite the numerous publications and scientific research and developments in the field of quality management of higher education, to date Ukrainian universities are at the bottom of the world ranking of higher education institutions. More and more Ukrainian entrants leave to get higher education in the universities of Europe and the USA, explaining their choice by low the quality of domestic education, as well as by failure in to find their professional niche in the labor market. Thus, the quality of education is one of the criteria for the development of the country and it determines its position and authority in the world.

Consideration of the organization of a system of control and quality in the institutes and universities of northern European countries allows us to make their next brief review (tab.1).

In fact there is tendency in European quality assessment systems demonstrating the shift emphasis from monitoring and control to development, improvement and self-regulation prevails [1]. The quality of higher education is based on standards and guidelines for quality assurance in higher education. In the standards and directives of the European Association for Quality Assurance in Higher Education, the emphasis is on what should be done and it is not specified how and by what criteria and indicators the procedure for evaluating the quality of educational services can be done [1].

In the USA, the system for evaluating and monitoring the quality of the educational process is called accreditation. The main aspect of this area of assessment is the decision-making process and the certification of the educational program. As a result of accreditation, the educational program or institute receives or does not receive the right to continue its existence. Recently, a new term has been introduced in the United States – evaluation, implying the assessment of graduates or students. Evaluation is part of accreditation and acts as an instrument, on the other hand, evaluation is viewed as a separate process, different from accreditation.

In the system of higher education in Russia, an external quality assessment focused on standards and performance indicators is more developed. The main elements of this system are standardization and licensing, certification and accreditation procedures, as well as a comprehensive assessment of educational institutions in general and individual specialties on the basis of the rating system. All these procedures include an internal control [3].

Table 1 – Characteristics of approaches to the estimation of education

Denmark	the assessment system has been introduced into all major educational programs. The assessment process, which is carried out throughout the school year, includes five stages: Planning – Development of methods – Inspection – Conducting the meeting – The final conference.
Finland	the main task of the committee of the control and quality of higher education is to assist higher education institutions and the Ministry of Education. Its tasks include training specialists to work in the system of quality assessment within an educational institution, providing an assessment system both at the state and at the level of specific institutions, preparing materials for the accreditation of professionally-oriented institutions.
Norway	the Ministry of Education has set up a Control Council, which independently of other committees, carries out a policy of assess the quality of the educational space.
Sweden	there are four forms of evaluation according to the national policy of higher education. assessment of subjects and educational programs at the national level (self-assessment), evaluation of educational programs for accreditation, the assessment of medium-sized educational institutions to establish the level of vocational training of graduates, an overall assessment of the entire educational process.
the Netherlands	the external system of quality assessment as a whole is more focused on understanding quality related to standards, economic efficiency, etc., internal - with improvements focused on competitiveness, development.
France	the French model of quality of universities provides for an external evaluation of a higher educational institution in terms of its responsibility to society.
Germany	the procedure for assessing quality in a university consists of two stages: 1. Self-assessment of material, laboratory, educational, information aspects in order to identify strong and weak points. 2. Independent accreditation in the form of evaluation of training programs in order to confirm that the university can train specialists in the areas indicated. Processes of educational services are not subject to evaluation. When carrying out self-assessment, information from students, their parents, employers and all interested parties is used regarding the satisfaction of their requirements [2].
the Czech Republic	accreditation of training programs is carried out and an expert evaluation of procedures for the appointment of teachers is carried out. These procedures are not aimed at assessing the quality of educational services processes in order to satisfy consumers

Thus, in quality assurance systems of the word higher education are still many unresolved problems in – the balance between internal and external processes, the search for optimal methods of estimation.

References

1. Бакулина А.Н. Квалиметрия в образовательных услугах высших учебных заведений: учеб.пособие/А.Н. Бакулина, К.Н. Маловик, С.Б. Смирнова, М.Н. Стригунова. – Севастополь : СКУАЭИП, 2010. – Т.1. –372 с.
2. Гугелев А.В. Опыт обеспечения качества высшего образования Австрии применительно к российским перспективам / А.В. Гугелев, А.А. Семченко // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2014. – №5 (54). – С. 65-70.
3. Система обеспечения качества на национальном и институциональном уровнях / Закирова Г.Д. // Международный университет информационных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://studydoc.ru/doc/4849012/sistema-obespecheniya-kachestva-na-nacional._nom.

THE SCIENTIFIC HERITAGE OF PROFESSOR P.P. KOPNYAEV (FOR 150TH ANNIVERSARY OF THE SCIENTIST)

Tverytnykova E.E., Chilindrishvili A.M.

Kyrpychova str., 2, NTU «KhPI», Kharkiv, Ukraine, 61002, tveekhpi@ukr.net

P.P. Kopnyaev was born in 1867 year in the Ural Cossack family. After graduating from the Cadet Corps and Artillery School, he served in the Orenburg Cossack Regiment, but in 1892 year left military service and entered the St. Petersburg Institute of Technology. After his graduation as a mechanical engineer, he decided to embody the old hobby of electrical engineering in life and left in 1896 year to study in Germany at the Darmstadt Polytechnic School of Electrical Engineering. It should be noted that this faculty was at that time the center of electrical engineering. After the successful completion of the Darmstadt Polytechnic and an internship at the electrical engineering enterprises of Germany and with the title of an electric engineer, P.P. Kopnyaev returned to St. Petersburg in 1898 year. And immediately, he with the recommendation of the only professor of electrical engineering in Russia - A.A. Voronov, was invited as a teacher of electrical engineering at the Kharkov Institute of Technology.

With great enthusiasm, the young teacher undertook teaching a new discipline for the institute - electrical engineering. His work "Dynamometers of direct current" became widely known and was published in 1904 year." In addition, he initiated the electrification of the institute, which was then covered with kerosene. And, I must say, this business he subsequently completed.

As an adjunct professor, Pavel Petrovich writes scientific articles, equips electrical laboratories, composes and publishes manuals on laboratory work, plans the construction of a building for electrical laboratories. In 1905-1907 years. he developed schemes for switching tramway substations in St. Petersburg and the Lubyanka substation in Moscow. In 1911 he published the book "Electrical installations", and in 1913 year he published his work - "Fundamentals of electricity and magnetism." He always sought practical application of scientific developments. So in 1914-15, he wrote articles on methods for calculating tramway traction, he took a direct part in the reconstruction of Kharkiv and the creation of Mariupol trams.

In 1919-1920 years, Professor P.P. Kopnyaev is elected as a rector of the Institute. In December of 1920 year, Professor P.P. Kopnyaev was appointed as a chairman of the commission for the organization of the electrotechnical faculty, its departments and curriculum development.

The Kharkov Institute of Technology was officially opened electrotechnical faculty at the 22 of January in 1921 year, and his first dean was elected organizer of the faculty - Professor P.P. Kopnyaev, who remained in this post until the 1930 year. At the same time, he was the organizer of the Department of Electrical Machines and its first head.

With the opening of the faculty, Pavel Petrovich again raises the question of the construction of a new electrical building and himself developed its detailed project. A.A Beketov was invited to solve issues of architectural design. In the end of 1924 year, the plan for a three-story electrical engineering corps was adopted with some modifications, but its construction only begun in 1929.

Thanks to the perseverance of P.P. Kopnyaev, the Kharkov city authorities attempted to pass through the territory of the institute a tram line. Our contemporaries can appreciate this merit to the Institute.

Pavel Petrovich personally designed and equipped a number of laboratories: electromachine, electrical measuring, high-voltage, radio engineering, which are still the pride of NTU "KhPI".

Even being sick and half-blind, Professor PP. Kopnyaev devoted all his energy to the cause of electrical engineering education. He died on 3 June, 1932, from a rupture of the heart vessel and was buried in the cemetery on the Pushkin street.

The merit of PP. Kopnyaev in the creation of an electrotechnical school in Ukraine is not only his personal contribution to almost every major development of electrical engineering of the time. His most important merit is that he brought up far too many students who have become prominent specialists, scientists and leaders of new scientific trends and schools. Within the framework of this article, it is impossible to fully describe the contribution, which the students of Pavel Petrovich made to the electrical engineering science. There is more detailed description in book published by E.E. Tveritnikova. Pupils of P.P. Kopnyaev played an important role in the development of electrical engineering, the electrification of the country, the creation of electrotechnical schools, scientific and technical centers and industries, not only in Kharkov, but also in other cities.

About the personal qualities of Pavel Petrovich. He belonged to a number of scientists who exert a strong influence on others not only with his scientific achievements, but also with personal charisma, nobility, incorruptibility of convictions, courage. Pavel Petrovich was distinguished by high culture and versatility of interests. He learned several foreign languages, liked poetry, played the piano, understood and appreciated humor. He was also interested in philosophy, astronomy and politics. One could even say that Pavel Petrovich could become anyone, if he wanted to. In 1926 he was awarded the title of Honored Professor of Ukraine.

Considering the enormous contribution of P. P. Kopnyaev to the creation of an electrical school, the Ukrainian Association of Electrical Engineers and the Academic Council of the NTU KhPI, was decided to create for him a monument.

THE DEVELOPMENT OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS

Tverytnykova E.E., Portnoy B.S.

Kyrpychova str., 2, NTU «KhPI», Kharkiv, Ukraine, 61002, tveekhpi@ukr.net

The significance of the topic is induced to changes in the quality management systems, in connection with Ukraine's accession to the European market.

As it is known, in the mid-1960s the Central Committee of the CPSU and the Council of Ministers of the USSR adopted a decision on the development of standardization. This caused an increased interest of the scientific and technical professional class to the activities of the State Standard of the USSR and the All-Russia Scientific Research Institute for Certification, created in June, 1965. As a result, to the work of creation and implementation of new state standardization system that began at that time it was possible to attract many highly qualified specialists from various sectors of the national economy. Among them there were such authoritative scientists as Ya.B. Shor, B.V. Gnedenko, L.Ya. Shukhhalter, M.I. Kruhlov and many others.

The first steps in this direction were taken to ensure the reliability of the creating technology, because only this way it was possible to increase its resource and increase efficiency. It is known that in the former USSR system quality management received much attention. Comprehensive system approach to quality management in the USSR was widely implemented in the industry, which provided scientific and technological progress such as aviation, radio engineering, rocket engineering and machine building.

Then the system - complex approach developed and found its expression in the systems "NORM" (scientific organization of work to increase the resource), "KANARSPI" (quality, reliability, resource from the first products), SBT (system of defect-free labor) and their varieties. The integrated product quality management system (KS UKP) was developed as a result of a joint research and production experiment conducted by the State Standard and advanced industrial enterprises of the Lviv region. Quality management in KS UKP was to be implemented in unity with the solution of all tasks of managing the production and economic activities of the enterprise.

The history of development of domestic quality systems proves the existence of systematic approach. And although in many of our enterprises this system worked quite successfully, but in new, market conditions, when the interests of the consumer come to the forefront, they need to search new ways to improve the quality and competitiveness of products, and therefore the quality system needs to be improved and brought to the modern level taking into account the requirements of the international standards.

In the west, the way to realize quality as a strategic factor had its regional and national characteristics. If for the United States the emphasis on quality im-

provement was mainly put in connection with the military strategy, then for such countries as England and Germany, this spot was connected with the development of a strategic line in the competitive struggle for survival.

In 1990, the Big Three of American automotive companies developed the OS-9000 standard "Requirements for quality systems". Despite the fact that it is based on the ISO 9001 standard, its requirements are strengthened by industry (automotive), as well as individual requirements of each member of the Big Three and five other major truck manufacturers. The main achievement of this stage in the formation of a systematic approach to quality management was the implementation of ISO 14000 and OS-9000 standards. The ISO 9000 series of standards includes three standards describing three models of a quality system, and twenty-two standards containing guidelines for selecting and building a system.

ISO standards are general documents that form a voluntary, international consensus-based system. The principles established by this system and agreed upon by quality professionals, manufacturers and users, are applicable to the activities of any enterprise, both public and private. Quality, in the point of these norms, is focused on benefiting of customers, and means fulfilling their requirements. The center of ISO standards is oriented to the process of production and execution as a whole, and not just its result. Each of the standards contains four sections: Scope, Normative references, Definitions and Requirements for the quality system.

These quality systems are an organizational structure that includes the procedures, processes and resources necessary for administrative quality management and that ensure that the set goals are achieved in accordance with the requirements of international standards. The peculiarity of the implementation of ISO standards is that all the employees of the enterprise from its leader to the ordinary worker should become the subjects of innovation in this case.

The modern concept of quality management originates from the works of V. Shuhart, who introduced the concept of a cycle of continuous technological changes based on statistical quality control. It was the famous PDCA cycle ("Plan - Do - Check - Act"), also known as the "Schuhart cycle".

From the above, it can be concluded that Ukraine until 2016 used the Soviet principles in quality systems of products. But for today, Ukraine starts close cooperation with Europe and is focused on the countries of Europe; therefore our experts in quality management should use the European experience.

References

1. Mazur I.I. Quality management: educational guidance / I.I. Mazur, V.D. Shapiro– Moscow: Vysshaya Shkola, 2008. – P. 75–77.
2. Okrepilov V.V. Quality management / Textbook for high schools / third edition, suppl. and revised. – Moscow: Economics, 2006. – 1012 p.

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ МАМДАНІ ТА СУГЕНО ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВИМІРЮВАННЯ ЯКОСТІ

Дроздова Т.В., Кондрашов С.І.
НТУ «ХПІ», вул. Курникова, 2, Харків, Україна, 61002,
drozdova.tw@gmail.com

На сьогоднішній день не втрачають своєї актуальності питання оцінювання якості різних об'єктів. Дуже популярним та дієвим інструментом в області аналізу, прогнозування та моделювання є математичний апарат нечітких множин.

У науковій літературі існує велика кількість публікацій про застосування теорії нечітких множин у різних галузях людської діяльності (політичні, соціальні та економічні процеси, медицина тощо). Розглянемо застосування методів нечіткої логіки при вирішенні задач вимірювання якості [1].

У загальному випадку механізм логічного висновку включає чотири етапи: введення нечіткості (фазифікація), нечіткий висновок, композиція та приведення до чіткості, або дефазифікація (рис. 1). Фазифікатор перетворює точну множину вхідних даних у нечітку множину, визначену за допомогою функції приналежності, а дефазифікатор вирішує зворотнє завдання – формує однозначне рішення щодо вхідної змінної на підставі багатьох нечітких висновків, вироблених виконавчим модулем [1].

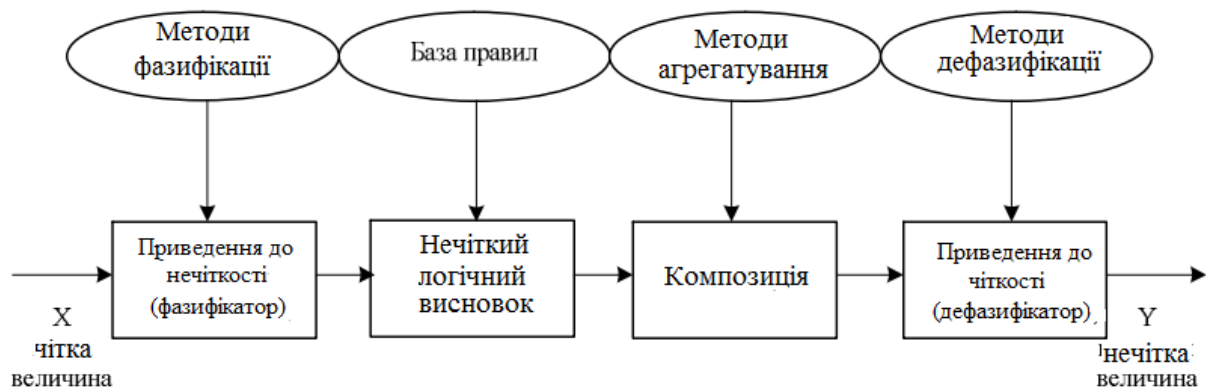


Рисунок 1 – Система нечіткого висновку

Алгоритми нечіткого висновку різняться головним чином видом використовуваних правил, логічних операцій і різновидом методу дефазифікації.

Розроблені моделі нечіткого висновку Мамдані, Сугено, Ларсена, Цукamoto. Нами розглянуті найбільш часто використовувані моделі Мамдані та Сугено. Змістовна інтерпретація нечіткої моделі як Мамдані так і Сугено передбачає вибір і специфікацію вхідних і вихідних змінних відповідної системи нечіткого висновку. Даний алгоритм описує декілька етапів

пів, що послідовно виконуються (рис.2). При цьому кожний наступний етап отримує на вхід значення, отримані на попередньому кроці.



Рисунок 2 – Діаграма діяльності процесу нечіткого висновку

Наступним етапом побудови нечіткої моделі є побудова бази правил. Правилком нечітких продукцій будемо називати класичне правило виду "якщо...,то...", де в якості умов і висновків будуть використовуватися нечіткі висловлення.

Якщо порівнювати моделі нечіткого висновку по Мамдані та моделі типу Сугено, то можна відзначити, що вони відрізняються між собою форматом бази знань і процедурою дефазифікації.

Модель Мамдані. Алгоритм у цей час одержав найбільше практичне застосування в задачах нечіткого моделювання. Відмінним принципом даної моделі є те, що її правила логічного висновку у своїх консеквентах (у правій частині) містять нечіткі значення (функції приналежності). При використанні максимуму як оператора агрегації й мінімуму як оператора імплікації процедура одержання нечіткого значення виходу називається композицією $\max$ - $\min$.

Модель Сугено. Ця модель, у відмінність, від моделі Мамдані використовує такі правила, у яких вихідна змінна задається у вигляді функції від вхідних змінних (лінійна, квадратична і т.д.).

Алгоритм Мамдани та Сугено вже реалізовані в таких чудових продуктах як Fuzzy Logic Toolbox (розширення для Matlab). Із побудованих моделей в даному середовищі можна побачити, що параметри моделі типу Мамдані змістовно легко інтерпретуються у той час як модель типу Сугено забезпечує, як правило, більш високу точність при низькій інтерпретуючій здатності.

Таким чином, для моделювання процесів вимірювання та оцінки якості зручно та ефективно застосовувати методи теорії нечітких множин. Вони дозволяють описувати якісні характеристики, які складно або неможливо задати кількісно. У тих випадках, коли точністю можна зневажити, слід використовувати модель Мамдані, у інших – модель Сугено.

Список літератури

1. Мазорчук М.С. Применение методов и моделей нечеткой логики для моделирования экономических процессов. М. С. Мазорчук, К. А. Симонова, Л. Д. Греков. Системи обробки інформації. – 2007. – № 9(67). – С. 159-162.

ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ISO 50001 У ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Нікольчук П. П., Дроздова Т.В.

**НТУ «ХПІ», вул. Курникова, 2, м. Харків, Україна, 61002,
drozdova.tw@gmail.com**

Однією з головних причин необхідності підвищення енергоефективності й енергозбереження є виснажність природних ресурсів. У цей час обмеженість енергоресурсів стосується всіх держав і стає проблемою глобального масштабу.

Актуальність зміни відносини до енергоресурсів пов'язана з високими енергоемністю продукції та забрудненням навколишнього середовища. Впровадження системи енергоменеджменту (СЕНМ) дозволяє вирішувати ці проблеми.

За останній час в багатьох країнах, серед яких Данія, Ірландія, Швеція, США, Іспанія, Франція, Австралія, Китай, Південна Корея, а також у Євро-союзі були розроблені й прийняті стандарти в області енергоменеджменту ISO серії 50000. На сьогоднішній день існують такі діючі стандарти сімейства ISO 50000 на СЕНМ (табл.1):

Таблиця 1 – Сімейство стандартів ISO 50000

Абревіатура	Зміст стандарту
ISO 50001:2011	визначає вимоги до СЕНМ
ISO 50002:2014	містить вимоги й провідні вказівки по проведенню енергетичного аудита
ISO 50003:2014	містить вимоги до органів, що здійснюють аудита й сертифікацію СЕНМ
ISO 50004:2014	містить провідні вказівки по впровадженню, забезпеченні функціонування й поліпшенню СЕНМ
ISO 50006:2014	містить вказівки по проведенню вимірів енергетичних показників за допомогою їх базових значень
ISO 50015:2014	містить загальні принципи й посібник із проведення вимірів і верифікації енергетичних показників

Для сертифікації СЕНМ використовують ISO 50001:2011 «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги й посібник з їхнього застосування». Основною предтечею стандарту ISO 50001 стали американський стандарт ANSI/MSE 2000:2008, корейський KS A 4000:2007 и європейський EN 1600. В Україні діє національний стандарт ДСТУ ISO 50001:2014 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання».

Стандарт ISO 50001: 2011 – це система, яка є фундаментальною базою для створення ефективного і сучасного енергетичного менеджменту на промислових, торгових та інших підприємствах і організаціях. Підприємства, що впровадили СЕНМ за стандартом ISO 50001, отримують об'єктивну можливість скоротити витрати на споживання енергетичних ресурсів і зни-

зити викиди вуглекислого газу в навколишнє середовище, що дає значну перевагу користувачам.

На 1 січня 2016 р. за даними Міжнародної організації ISO в 97 країнах миру здійснювали свою діяльність 11 985 компаній із сертифікованими СЕнМ. Серед країн-лідерів по впровадженню СЕнМ Німеччина - 5 931, Великобританія - 1 464, Франція - 500. В Україні спостерігається така динаміка в порівнянні із сусідніми країнами (рис.1):

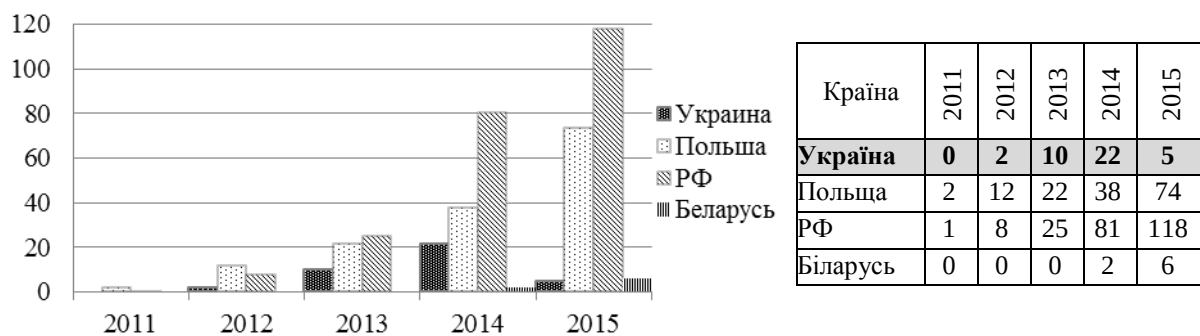


Рисунок 1 – Сертифікація СЕнМ по ISO 50001 за 2011-2015 рр.

Наведемо українські компанії та організації, які отримали сертифікат стандарту ISO 50001:

- КПВМР «Вінницяміськтеплоенерго» (BSI);
- ПАТ «Енергомашспецсталь» (TÜVThüringen);
- ТОВ «Виробниче об'єднання Слов'янський завод високовольтних ізоляторів» (TÜVThüringen);
- ТОВ «С-інжиніринг» (Бюро Верітас Україна);
- ПАТ «Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат» (Бюро Верітас).
- ТОВ «Технічні та управлінські послуги» (TÜVSÜD): ТОВ «МЕТІНВЕСТ Холдинг», ПАТ «МК «Азовсталь», ММК ім. Ілліча; ВАТ «Єнакіївський металургійний завод»; ВАТ «Харцизький трубний завод»; ВАТ «Запоріжсталь»; ВАТ «Запорізький коксохімічний завод»; ВАТ «Авдіївський коксохімічний завод»; ПАТ «Укртрансгаз»;
- Інтерпайп: ТОВ «Ніко Тьюб»; «МЗ «Дніпросталь», ПАТ «Нижньодніпровський трубний завод», «Дніпропетровський Втримет»; ПАТ «Новомосковський трубний завод»; ПАТ НВЦ «Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод».

Незважаючи на очевидні вигоди від впровадження СЕнМ, значного просування ця діяльність в Україні не отримала. На шляху впровадження СЕнМ виникає низка різних бар'єрів, серед яких нормативно-правова неузгодженість, відсутність політики енергозбереження; фінансова неготовність та відсутність системи стимулювання персоналу; недостатня підтримка з боку керівництва; недостатня інформованість персоналу про впровадження СЕнМ; відсутність на підприємстві достатньо необхідних засобів обліку енергоспоживання тощо.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОКИСНЮВАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КРЕКЕРУ

Півень О.М., Чуніхіна Т.В.

НТУ «ХПІ», вул. Кіпрічова, 2, м. Харків, Україна, 61002

elpiven33@gmail.com, tetianactv@ukr.net

При виробництві “Крекеру” на розпушувачах із застосуванням олії (для оббризування поверхні) передбачено використання соняшникової або соєвої олії. Соєва олія більш стійка до окиснення, ніж соняшникова, але за своєю ціною менш вигідна і постачання її із-за кордону не завжди стабільні. Тому було запропоновано використання соняшникової олії з підвищеною окиснювальною стійкістю (шляхом додавання антиоксидантів).

Для розробки антиоксиданту було вибрано три виду рослинної сировини, що містить у своєму складі антиоксидантні речовини: кора дубу, зелений чай та листя шавлії. Як екстрагент було застосовано водно-етанольний розчин.

Реалізація повного факторного експерименту (ПФЕ) дозволила визначити умови екстрагування речовин, що забезпечують антиокиснювальну дію: температура екстракції 55°C, тривалість процесу 80 хвилин. Також було встановлено, що додавання 1% найбільш ефективного водно-етанольного екстракту листя шавлії, отриманого при оптимальних умовах, до соняшникової олії збільшує термін зберігання останньої у 1,8 рази. Але у подальшій роботі, з метою здешевлення антиоксиданту вивчали активність комплексу екстрактів з кори дуба, зеленого чаю і листів шавлії при застосуванні їх у складі соняшникової олії (фактори ПФЕ: x_1 – об’ємна доля водно-етанольного екстракту із кори дубу, x_2 – об’ємна доля водно-етанольного екстракту із листя шавлії, x_3 – об’ємна доля водно-етанольний екстракту із зеленого чаю; вихідна величина – період індукції, хв. [1]), а також виявлення наявності синергітичного ефекту суміші екстрактів.

На основі регресійного аналізу було встановлено, що при концентраціях $x_1 = 0,26$; $x_2 = 0,19$; $x_3 = 0,55$; виявлено синергітичний ефект між компонентами суміші, що проявляється у підвищенні періоду індукції окиснення соняшникової олії до 76 хв., тобто у 1,8 рази (період індукції соняшникової олії без антиоксидантів складав 40 хв.).

На кафедрі технології жирів та продуктів бродіння була виготовлена експериментальна партія крекеру, при виготовленні якого використовували для оббризування поверхні соняшкову олію, стабілізовану комплексним антиоксидантом рослинного походження в кількості 1% об. Як антиоксидант використовували водно-етанольний екстракт зеленого чаю, кори дубу і листя шавлії. Дослідження були проведені із двома зразками крекеру: зразок 1 – “Буковки” (оббризування соєвою олією, герметично впаковані), зразок 2 – “Буковки” (оббризування стабілізованою соняшни-

ковою олією, герметично впаковані). Крекер зберігався за температури (18 – 22⁰ С). Окиснювальні перетворення у жирах на глибоких стадіях призводять до того, що концентрація шкідливих та небезпечних для організму людини продуктів окиснення стає такою, що жир не можна вважати харчовим. До таких небезпечних для людини продуктів окиснення відносять, наприклад, пероксиди і карбонільні сполуки. Їхня концентрація у жирах визначається такими функціональними числами як пероксидне (ПЧ) [2] та карбонільне (СО Ч) [1]. Результати досліджень динаміки накопичення пероксидних сполук представлені на рис. 1, а карбонільних сполук – на рис. 2.

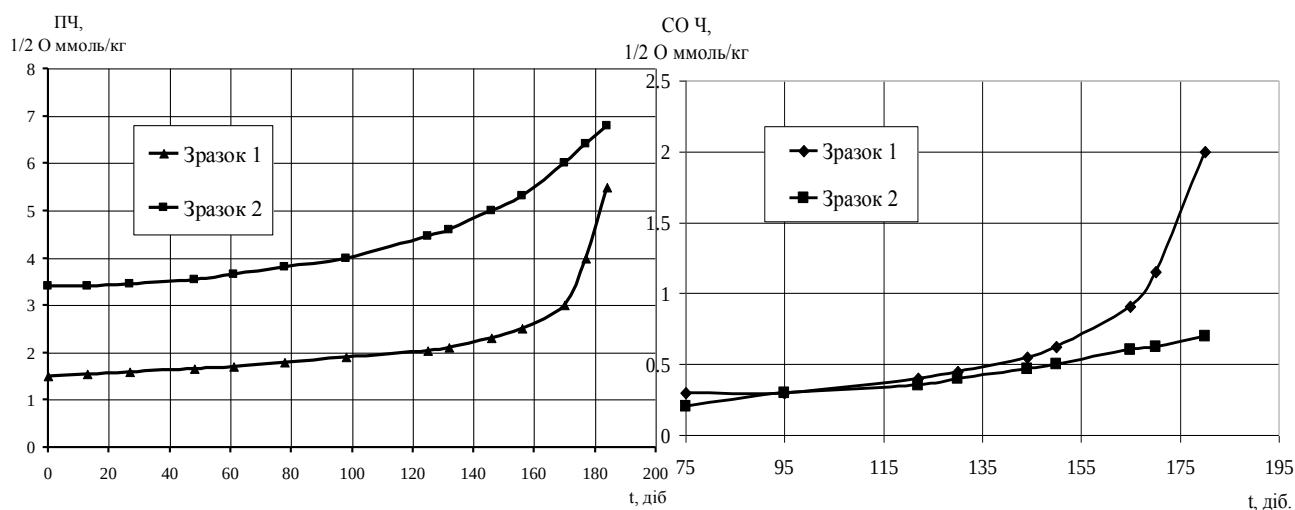


Рисунок 1 – Динаміка накопичення пероксидних сполук.

Рисунок 2 – Динаміка накопичення карбонільних сполук.

Проведені дослідження показали, що термін зберігання крекеру, для оббризування поверхні якого використовували соняшникову олію, не менше терміну зберігання крекеру, для оббризування поверхні якого використовували соєву олію.

У роботі була розрахована результуюча похибка визначення концентрації антиоксидантів у жирі (олії).

Список літератури

1. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности: в 6-ти т. / ВНИИЖ; общ. ред. А. Г. Сергеев. Т. VI, вып. II : – Л. : ВНИИЖ, 1974. – 342 с.
2. ДСТУ 4570:2006 «Жири тваринні і рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа».
3. Чинков В.М. Основи метрології та вимірювальної техніки: Навч. посібник. / В.М. Чинков. – Харків : НТУ «ХПІ», 2005. – 524 с.

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ЗАПРОВАДЖЕННІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВИМІРЮВАННЯМИ

Сергієнко М.П., Штефан І.Ю., Штефан Н.В.

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
пр. Науки, 14, м. Харків, Україна, 61166*

Сучасний стан стандартизації, зумовлений глобалізацією ринкової економіки, вимагає від України переходу до загально визнаних міжнародних правил та норм. Це передбачає, зокрема, прийняття та застосування технічних регламентів, пов'язаних з ними стандартів та процедур оцінки відповідності в різних галузях господарювання, що охоплюють виробництво, продаж та експлуатацією виробів тощо.

Для оптимізації та підвищення ефективності діяльності підприємств та організацій розроблюють та впроваджують системи менеджменту різної спрямованості, що забезпечують досягнення прозорості діяльності, розуміння та опису використовуваних процесів, розподілу обов'язків та функцій персоналу, контролю виконання процесів та їх постійного поліпшення шляхом усунення невідповідностей. Однією з таких систем є система керування вимірюваннями [1], яка покликана керувати процесами вимірювання та метрологічного підтвердження придатності засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), які використовуються для підтримання і демонстрування відповідності метрологічним вимогам.

Відповідно до ДСТУ ISO 10012 [1] невизначеність вимірювань оцінюють для кожного процесу вимірювання, охопленого системою керування вимірюванням.

Слід відмітити, що необхідність мати та застосовувати процедури оцінювання невизначеності вимірювань є також однією з базових вимог стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025 [2] до випробувальних та калібрувальних лабораторій, що без сумніву підтверджує та підвищує потребу в розробці та впровадженні методик оцінювання невизначеності вимірювань.

Особливо гострим та актуальним є питання розробки таких методик для оцінювання невизначеності динамічних вимірювань, коли зміни інформативного або неінформативного параметру вхідного сигналу, впливної величини, сигналу керування, завади або структури ЗВТ за час вимірювання впливають на його результат [3], та періодичних вимірювань, спрямованих на контроль зміни певних параметрів досліджуваного об'єкту, таких як [4, 5], через невелику кількість наукових та прикладних робіт за цими напрямками.

Особливість динамічних вимірювань полягає в тому, що додатково до основної похибки ЗВТ на результат вимірювань в тій чи іншій мірі впливають динамічні властивості ЗВТ, зокрема інерційність.

В роботі проаналізовані складові сумарної невизначеності вимірювання паразитного випромінювання методом прямого зчитування за нормативним документом [4] та запропонована методика оцінювання невизначеності.

Також проаналізовані складові сумарної невизначеності та запропонована методика оцінювання відносної невизначеності вимірювання девіації частоти передавача цифрових радіорелейних систем за стандартом [5].

Розглянуті складові сумарної невизначеності динамічних вимірювань в загальному випадку та шляхи їх врахування. Запропоновано алгоритм оцінювання невизначеності та бюджет невизначеності динамічних вимірювань.

Проведені наукові дослідження дозволяють підвищити достовірність, а отже і якість отримуваних результатів вимірювань, а також автоматизувати процедури оцінювання невизначеностей вимірювань, що позитивно відобразиться на діяльності персоналу відповідних промислових, випробувальних, калібрувальних лабораторій - користувачів цих процедур, дозволяючи значно скоротити час та витрати на обробку результатів вимірювань.

Список літератури

1. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання. – Чинний від 01.01.2007. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – 26 с.
2. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій. – Чинний від 01.07.07. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – 32 с.
3. Захаров И.П. Метрологическая идентификация динамических характеристик средств измерительной техники: Учебное пособие / И.П. Захаров, М.П. Сергиенко. – Харьков: ХНУРЭ, 2012. – 231 с.
4. ДСТУ ETSI EN 300 220-2:2012 Електромагнітна сумісність та радіочастотний спектр. Радіобладрнання малого радіусу дії діапазону частот від 25 МГц до 1000 МГц з рівнем потужності до 500 мВт. Частина 2. Загальні технічні вимоги. – Чинний від 01.05.13. – Київ: Держспоживстандарт України, 2013. – 33 с.
5. ДСТУ ETSI EN 302 217-2-2:2009 Радіосистеми фіксованої радіослужби. Обладнання та антени цифрових радіорелейних систем передавання. Частина 2-2. Характеристики та вимоги до радіобладрнання, для якого застосовують координату частот. – Чинний від 01.06.10. - Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 91 с.

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТА НИЗЬКОВИТРАТНИХ ЗАХОДІВ НА ПРИКЛАДІ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Штефан В.О.¹⁾, Куць В.Р.²⁾

¹⁾ *Національний університет «Львівська політехніка», вул. Степана
Бандери, 12, Львів, львівська область Україна 79013,
vladshtefan98@gmail.com*

²⁾ *Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Степана Бандери, 12, Львів, львівська область Україна 79013,
viktor_kuts@ukr.net*

Актуальність: Економне споживання енергії зменшує шкідливий вплив на довкілля, захищає майбутнє наступних поколінь, зменшує ризики природних катастроф, підвищує національну безпеку держави. Для екосистем, енергоефективність означає скорочення шкідливих викидів у довкілля, збереження флори і фауни, запобігання змінам клімату. А запровадження низьковитратних заходів дозволяє зменшувати споживання енергії при незначних затратах.

Мета: Провести аналіз енергоефективних та низьковитратних заходів та розробити відповідні заходи на прикладі вищого навчального закладу, а саме НУ «Львівська політехніка».

Завдання:

- провести аналіз енергоефективних та низьковитратних заходів, що застосовуються на підприємствах;
- визначити оптимальні низьковитратні заходи;
- запропонувати енергоефективні низьковитратні заходи для навчального процесу у ВНЗ.

Енергоефективність – зниження споживання енергії без зниження використання енергії виробництвом і устаткуванням, тобто раціональне використання енергоресурсів і альтернативних джерел енергії та зменшення загальної потреби в енергоресурсах за окремими напрямками.

До низьковитратних належать заходи, що дозволяють скоротити споживання ресурсів і загальні витрати на виробництво, за рахунок проведення організаційних заходів, встановлення регулювальних пристроїв, а також заміни недорогого обладнання. Низьковитратні заходи можуть бути впроваджені під час звичайної роботи підприємства. Міжнародний досвід показує, що впровадження низьковитратних проектів дає можливість скоротити споживання енергії та води від 5–20%, а саме: зменшити витрати енергії на освітлення – до 20% завдяки використанню сучасних технологій; скоротити загальні витрати на виробництво на 5–10% внаслідок впровадження системи моніторингу; зекономити тепло – до 10% у результаті впровадження ізоляції, покращення ефективності роботи

обладнання; скоротити витрати шляхом впровадження найкращих практик управління з фокусом на підвищення ефективності без капітальних інвестицій [1].

На основі аналізу різних способів реалізації енергоефективних та низьковитратних заходів можна стверджувати, що найпростішим для реалізації є оптимізація робочого графіку обладнання.

Запропоновано графік оптимізації навчального процесу в осінньо-зимовий період (друга частина осіннього і перша частина весняного семестру), який реалізує відділ моніторингу та оперативного планування навчального процесу. Тобто, відділ моніторингу та оперативного планування навчального процесу складає розклад таким чином, щоб кількість занять в цей період була не більша чотирьох (до 16⁰⁰ год.), що дасть змогу економити електроенергію.

Використання сенсорів руху та рівня освітлення. Принцип їх роботи простий, освітлення буде вмикатись та вимикатись автоматично, за необхідності. Цей захід можна застосовувати, як в аудиторіях так і в коридорах корпусів та гуртожитків університету.

Контроль роботи обладнання в комп'ютерних класах та часу роботи енерговитратного лабораторного обладнання. Тобто, викладачі, асистенти чи лаборанти слідкуватимуть за розпорядком роботи комп'ютерного та лабораторного обладнання.

Висновок. Реалізація енергоефективних та низьковитратних заходів дозволяє не зупиняючи виробничі процеси, зменшити витрати енергоносіїв та основних ресурсів, а кошти від економії використати для модернізації приміщень та підвищення заробітної платні. Запропоновані низьковитратні заходи у навчальному процесі дозволять зекономити в основному електричну енергію за рахунок оптимізації робочого графіку.

Список літератури

1. Впровадження низьковитратних заходів [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.recpc.kpi.ua/ua/novosti-ua1/581-broshura-vprovadzhennya-nizkovitratnikh-zakhodiv>.

СЕКЦІЯ 6. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПРОЦЕСИ У ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДАХ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ИСПОЛНИТЕЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ В СИЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

Борисенко А.Н., Кубрик Б.И., Лавриненко О.В.
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева 2, г. Харьков, Украина, 61002

Для диагностирования работы дизельных двигателей, с целью их использования в силовых энергетических установках, на определенных этапах рабочего процесса, отбирают с помощью специальных электромагнитных клапанов пробы их отработавших газов. При этом время открытия и закрытия клапана должно быть как можно меньшим по сравнению с продолжительностью открытого состояния клапана. Время открытия клапана можно сократить за счет увеличения тока в обмотке электромагнита, а время закрытия клапана можно уменьшить путем увеличения силы его возвратной пружины. Однако увеличение тока в обмотке электромагнита сопровождается ростом перенапряжения при его выключении и это снижает надежность работы устройства. Введение демпфирующих цепочек, снижающих указанные перенапряжения, приводит к росту времени закрытия клапана, ухудшая быстродействие устройства. Возникает задача достижения компромисса между надежностью и быстродействием электромагнитного клапана и оптимизации параметров элементов устройства управления электромагнитом.

Анализ литературы [1, 2] показывает, что в системах диагностики и управления двигателях внутреннего сгорания коммутация электромагнитов осуществляется с помощью транзисторов, предельные параметры которых существенно превышают реально существующие напряжения и токи в конкретном устройстве, полученные экспериментально и теоретический анализ переходных процессов не выполняется.

Цель работы теоретически выполнить анализ переходных процессов в устройстве управления электромагнитным клапаном и найти параметры основных элементов устройства, обеспечивающих наиболее благоприятное их протекание.

Электронные системы для управления электромагнитными клапанами двигателей внутреннего сгорания (ДВС) выполняются по схеме, показанной на рис.1. Питающее напряжение U подается на схему от бортовой сети силовой установки (например, аккумулятора), а импульсы управления U_y подаются между базой и эмиттером транзистора VT от специального вычислительного устройства. Это устройство синхронно с вращением коленчатого вала ДВС в каждом его обороте вырабатывает импульсы U_y , длительность которых определяет продолжительность t_n импульсов тока в катушке электромагнита (ЭМ) и время открытого состояния клапана для отбора проб отработавших газов (ОГ) ДВС.

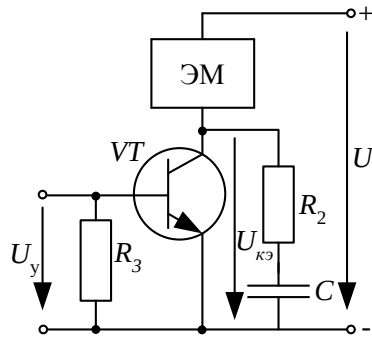


Рисунок 1 – Схема выходного каскада электронной системы управления электромагнитным клапаном отбора проб отработавших газов ДВС

Величина $t_{\text{и}}$ зависит от моментов отпирания и запираания VT , причем ток в катушке ЭМ при этом изменяется не мгновенно, а с некоторой скоростью, согласно законам коммутации [3]. Исчезающий при запираании VT магнитный поток ЭМ создает электродвижущую силу самоиндукции, вследствие чего могут появиться опасные для коммутирующего элемента перенапряжения. Для их снижения применяют демпфирующие резистивно-емкостные цепи R_2C , которые, однако, могут отрицательно повлиять на быстродействие ЭМ. Вследствие чего возникает необходимость исследования и оптимизации параметров демпфирующей цепи, которая защитила бы VT от пробоя и существенно не повлияла бы на процесс отбора проб ОГ. Упрощенная схема замещения выходного каскада приведена на рис.2.

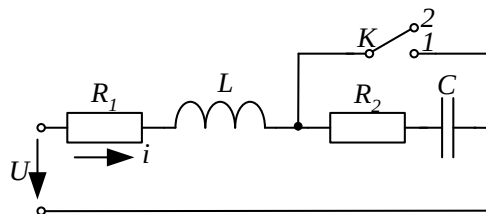


Рисунок 2 – схема замещения выходного каскада

В результате анализа переходных процессов в схеме замещения выходного каскада выработана методика, позволяющая получить максимальное быстродействие электромагнита при его включении за счет реализации колебательного переходного процесса и определить параметры демпфирующей цепочки, ограничивающей перенапряжение на транзисторе и, тем самым, повышающей надежность устройства.

Список литературы

1. Ходасевич А. Г. Справочник по устройству и ремонту электронных приборов автомобилей/ А. Г. Ходасевич, Т. И. Ходасевич. – Москва, 2004.
2. Тюнин Н. А. Электроника в автомобиле / Н. А. Тюнин, А. В. Родин. – М. : Солон-пресс, 2012. – 128 с.
3. Нейман Л. Р. Теоретические основы электротехники: в 2 т. / Л. Р. Нейман, К. С. Демирчян. – Л. : Энергоиздат, 1981.

КЛАСИФІКАЦІЯ ПРИНЦИПІВ ТА МЕТОДІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВИХ ГАРМОНІК МАГНІТНОГО ПОЛЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Гетьман А.В.

НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова 2, м. Харків, Україна, 61002

Задача створення продукції із заданим розподілом створюваного магнітного поля є актуальною для різних галузей промисловості. Найбільш жорсткі вимоги до точності просторового розподілу магнітного поля пред'являються при забезпеченні магнітної чистоти космічних апаратів, розробці протимінного магнітного захисту суден, створенні приладів магнітометрії, в тому числі, і для медичних діагностичних пристроїв, розробці елементів в магнітооптиці та в інших областях. Практичне рішення цієї задачі пов'язано з необхідністю підвищення точності моделювання та експериментального визначення просторового розподілу магнітного поля технічних об'єктів (ТО), що стимулює процес створення нових і модернізації існуючих методів та відповідних вимірювальних систем.

Оскільки реальний просторовий розподіл магнітного поля поблизу ТО (на відстанях порівнянних з його габаритним розміром) значно відрізняється від картини магнітного поля диполя, то в якості магнітних характеристик, уточнюючих просторовий розподіл поля, зазвичай використовують сферичні просторові гармоніки старших ступенів, як правило, до четвертого ступеня включно.

На практиці для експериментального визначення величин амплітудних коефіцієнтів гармонік проводять прямі вимірювання інших фізичних характеристик магнітного поля, з наступною математичною обробкою результатів за спеціальними процедурами [1-5].

В результаті проведеного в роботі порівняльного аналізу методів експериментального визначення сферичних гармонік магнітного поля технічних об'єктів були встановлені три базові принципи їх створення. Саме використання цих принципів в кожному конкретному методі дозволяє спочатку виділити, а потім визначити величини коефіцієнтів гармонік. А також встановлені взаємозв'язки виявлених принципів із принципами функціонування відповідних вимірювальних систем для проведення практичного сферичного гармонічного аналізу магнітного поля технічних об'єктів.

Базуючись на проведеному аналізі запропонована класифікація методів (див. табл. 1), яка дозволяє поставити у відповідність один одному існуючі методи і засоби експериментального визначення сферичних гармонік і служить теоретичною основою створення нових методів і засобів проведення практичного сферичного гармонічного аналізу магнітного поля технічних об'єктів.

Таблиця 1 – Класифікація методів експериментального визначення просторових гармонік магнітного поля

Функціональна залежність, яка фіксується вимірювальною системою	Тип переміщення технічного об'єкту, що досліджується	
	Лінійне переміщення	Кутове переміщення
Залежність магнітної індукції від координати переміщення	1. Використання ортогональних властивостей функцій Лежандра 2.1. Фур'є аналіз на основі дискретних даних від розташованих на окружності точкових датчиків магнітного індукції 2.2. Використання властивості спадання гармонік із обмеженого ряду	1. Фур'є аналіз на основі дискретних даних від розташованих на окружності точкових датчиків магнітного індукції 2.1. Використання ортогональних властивостей функцій Лежандра 2.2. Використання властивості спадання гармонік із обмеженого ряду
Залежність магнітного потоку від координати переміщення	1. Апаратно вбудований Фур'є аналіз, на основі вимірювальних обмоток спеціальної просторової конфігурації 2. Використання ортогональних властивостей функцій Лежандра	1. Використання ортогональних властивостей функцій Лежандра 2. Використання властивості спадання гармонік із обмеженого ряду

Список літератури

1. Holmes John J. Theoretical Development of Laboratory Techniques for Magnetic Measurement of Large / John J. Holmes // IEEE Transactions on Magnetics. – 2001. – Vol.37, № 5. – pp. 3790–3797.

2. Гетьман А. В. Определение пространственных гармоник магнитного поля вблизи поверхности технического объекта / А. В. Гетьман // Электричество. – 2005. – №1. – С. 55–60.

3. Rouve L. L. Application of the spherical harmonic model to identify the magnetic state of a system and to extrapolate its signature / L. L. Rouve, J. P. Bongiraud, P. Le Thiec, J. L. Coulomb // Studies in Applied Electromagnetics and Mechanics 15, Electro-magnetic Nondestructive Evaluation (III), IOS Press, 1999. – pp. 136–144.

4. Гетьман А. В. Определение магнитных мультиполей по сигнатурам поворота источника внутри контурной системы / А. В. Гетьман // Электричество. – 2013. – №6. – С. 56–61.

5. ECSS-E-HB-20-07A "Space engineering: Electromagnetic compatibility hand-book" ESA-ESTEC. Requirements & Standards Division. Noordwijk, The Netherlands. – 2012. – 228 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛАЗЕРОВ

Гнатенко А.С., Обозная В.П., Кальная О.А.,
Васько К.А., Бачило А.К.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
кафедра «Фотоники и лазерной инженерии», пр. Науки, 14, Харьков,
Украина 61166, тел. (057) 702-10-57; e-mail: oleksandr.hnatenko@nure.ua*

Одной из сфер использования ЖК является их применение в качестве электроуправляемых фазовых пластинок для обеспечения синхронизации мод в волоконных кольцевых лазерах. Одним из важных недостатков способа синхронизации мод с насыщением поглотителей, есть то, что они, как правило, на выходе имеют более длинные импульсы и гораздо более низкую мощность. Решением этой проблемы стали лазеры, в которых реализована синхронизация мод за счет нелинейного вращения поляризации (нелинейной эволюции поляризации – НЭП). Синхронизация мод с помощью НЭП получается, когда состояние поляризации внутри резонатора выровнено должным образом. Это обычно достигается набором волновых пластин, которые можно вращать вокруг своей оси [1]. Большой проблемой является не количество волновых пластин, а механизм их регулирования. В большинстве случаев положение этих пластин должно быть скорректировано вручную. А так как любое движение волокна, изменение температуры или даже включение кнопки накачки может привести к срыву режима синхронизации мод, эти конфигурации требуют постоянной подстройки. В качестве решения данной проблемы можно использовать ЖК-ячейки управляемые напряжением, вместо волновых пластинок. Но для создания лазера с ЖК контроллерами поляризации необходимо изучить теоретические принципы управления поляризацией лазерного излучения при подаче напряжения на жидкие кристаллы.

В данной работе исследована возможность применения электроуправляемых ЖК фазовых пластинок для обеспечения синхронизации мод волоконных лазеров, путем решения уравнения Франка-Озеена [2]. Свободную энергию Озеена-Франка F можно представить в виде:

$$F = \int_0^d \left\{ \frac{1}{2} K_{22} \left(\frac{d\theta}{dz} \right)^2 - \frac{1}{2} \varepsilon_0 \Delta \varepsilon E^2 \sin^2(\theta) \right\} dz, \quad (1)$$

предполагая отсутствие кручения жидкого кристалла, где K_{22} – константа упругости, $\Delta \varepsilon$ – диэлектрическая анизотропия, $\theta(z)$ – наклон директора кристалла от оси z и E – напряженность электрического поля, d – толщина слоя жидкого кристалла. Равновесное значение функции $\theta(z)$ таково, что оно минимизирует функционал F . Принимая вариации первого порядка,

находим что $\theta(z)$ должно удовлетворять следующему дифференциальному уравнению:

$$K_{22} \frac{d^2\theta}{dz^2} + \varepsilon_0 \Delta \varepsilon E^2 \sin(\theta) \cos(\theta) = 0. \quad (2)$$

Уравнение (2), это дифференциальное уравнение второго порядка. Чтобы решить (2) численно, его сначала нужно преобразовать, введя дополнительные переменные, в систему из двух уравнений первого порядка. Результатом решения уравнения (2), является зависимость, представленная на рисунке 1.

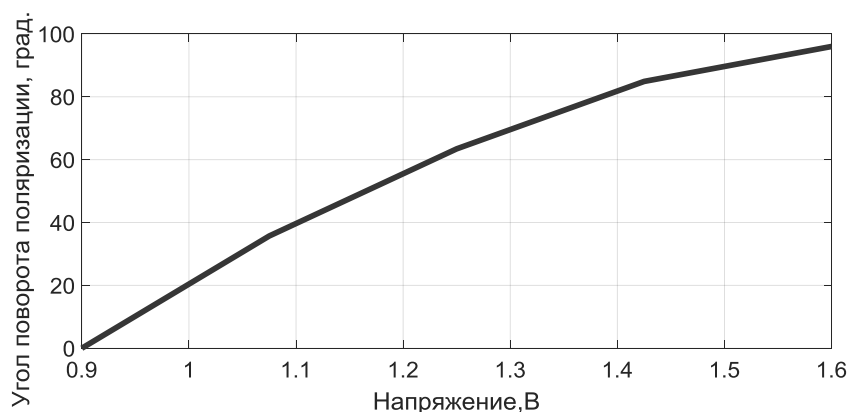


Рисунок 1 – Теоретическая зависимость угла поворота поляризации излучения от прикладываемого напряжения к ЖК ячейке.

Из зависимости на рисунке 1, можно сделать вывод, что при прикладывании маленького напряжения ЖК поляризатор переориентирует поляризацию излучения в пространстве от 0 до 90 град, что нужно для реализации синхронизация мод с помощью НЭП.

Метод решения уравнения (1), дает возможность исследовать применение электроуправляемых ЖК поляризаторов в кольцевых волоконных лазерах для обеспечения синхронизации мод. Следующим этапом представленной работы будет практическая реализация конструкции лазера.

Список литературы

1. S. Smirnov [et al.] // Three key regimes of single pulse generation per round trip of all-normal dispersion fiber lasers modelocked with nonlinear polarization rotation. Optics Express. 2012. Vol. 20, No 24. P. 27447 – 27453.
2. Stewart I.W. The static and dynamic continuum theory of liquid crystals. // Taylor & Francis. – London – 2004.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МАГНИТНОГО ПОЛЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ДВУСТОРОННЕМ ЗАМЫКАНИИ ЭКРАНОВ КАБЕЛЕЙ, ОХВАЧЕННЫХ ФЕРРОМАГНИТНЫМИ СЕРДЕЧНИКАМИ

Гринченко В.С., Ткаченко А.О.

*Государственное учреждение «Институт технических
проблем магнетизма Национальной академии наук Украины»,
ул. Индустриальная, 19, г. Харьков, Украина, 61106*

При прокладке высоковольтных кабельных линий электропередачи (КЛ) необходимым условием является заземление электропроводящих экранов кабелей [1]. Одним из способов – двустороннее заземление (рис. 1). При этом экраны кабелей образуют замкнутые контуры, по которым протекают индуцированные продольные токи. Суперпозиция магнитного поля (МП) токов в экранах и жилах КЛ оказывается меньшей МП КЛ с разомкнутыми экранами кабелей. В этом случае эффективность экранирования МП составляет 1,5÷2,5 [2]. Повышение эффективности экранирования может быть достигнуто путем установки на кабели ферромагнитных сердечником (ФС) из шихтованной электротехнической стали (рис. 2), которые увеличивают магнитную связь между жилами и экранами кабелей.

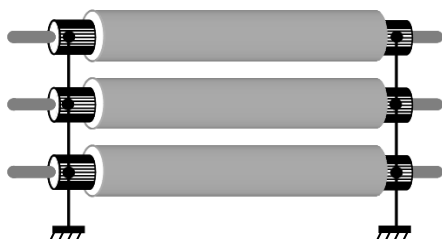


Рисунок 1

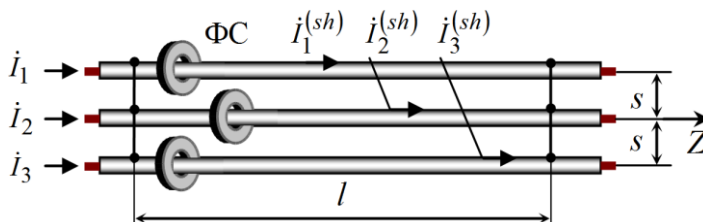


Рисунок 2

Эффективность экранирования МП КЛ равна $SF = |\dot{\vec{B}}_0| / |\dot{\vec{B}}|$, (1)

где $\dot{\vec{B}}_0 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \sum_{k=1}^3 \dot{I}_k \left(-\frac{y - y_k}{(x - x_k)^2 + (y - y_k)^2} \cdot \vec{e}_x + \frac{x - x_k}{(x - x_k)^2 + (y - y_k)^2} \cdot \vec{e}_y \right),$

$\dot{\vec{B}} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \sum_{k=1}^3 (\dot{I}_k + \dot{I}_k^{(sh)}) \left(-\frac{y - y_k}{(x - x_k)^2 + (y - y_k)^2} \cdot \vec{e}_x + \frac{x - x_k}{(x - x_k)^2 + (y - y_k)^2} \cdot \vec{e}_y \right) -$

комплексные амплитуды магнитной индукции поля КЛ в точке (x, y), соответственно, до и после двустороннего замыкания экранов кабелей; $\dot{I}_k, \dot{I}_k^{(sh)}$ – комплексные амплитуды тока, соответственно, в жиле и экране k-ого кабеля; (x_k, y_k) – координаты оси k-ого кабеля; μ_0 – магнитная постоянная; $\vec{e}_x, \vec{e}_y$ – орты, причем ось X параллельна уровню земли и перпендикулярна осям кабелей, а ось Y направлена вверх.

Комплексные амплитуды токов в жилах равны по модулю и сдвинуты по фазе друг относительно друга на $2\pi/3$. Величины токов в экранах могут быть найдены из системы уравнений, составленных на основе 1-ого закона Кирхгофа, закона Ома и закона электромагнитной индукции:

$$\begin{cases} \dot{I}_1^{(sh)} + \dot{I}_2^{(sh)} + \dot{I}_3^{(sh)} = 0, \\ (\dot{I}_1^{(sh)} - \dot{I}_2^{(sh)}) \cdot R^* = -j\omega \cdot (\dot{\Psi}_1^{(1,2)} - \dot{\Psi}_2^{(1,2)}), \\ (\dot{I}_2^{(sh)} - \dot{I}_3^{(sh)}) \cdot R^* = -j\omega \cdot (\dot{\Psi}_2^{(2,3)} - \dot{\Psi}_3^{(2,3)}), \end{cases} \quad (2)$$

где j – мнимая единица; ω – угловая частота тока; R^* – активное сопротивление единицы длины экрана кабеля; $\dot{\Psi}_k^{(k,n)} \equiv \dot{\Psi}_k^{(n,k)}$ – комплексная амплитуда полного потока МП, которое создается токами жилы и экрана k -ого кабеля и пронизывает контур, образованный экранами кабелей с номерами m и n .

При расчете $\dot{\Psi}_k^{(k,n)}$ будем полагать, что распределение тока в экране каждого кабеля равномерно, магнитная проницаемость цилиндрических ФС постоянна и равна μ , ФС намагничивается токами только того кабеля, который он охватывает, а на всей протяженности КЛ МП плоскопараллельно и осесимметрично. Тогда

$$\dot{\Psi}_k^{(k,n)} = \frac{\mu_0 (\dot{I}_k^{(sh)} + \dot{I}_k)}{2\pi} \cdot \ln \frac{s}{r} + \frac{l_{core}}{l} \cdot \frac{(\mu - 1)\mu_0 (\dot{I}_k^{(sh)} + \dot{I}_k)}{2\pi} \cdot \ln \frac{r_1}{r_2}, \quad (3)$$

где s – расстояние между осями кабелей; r – радиус экрана; l – длина экранированного участка КЛ; l_{core} – суммарная длина ФС, установленных на каждый из кабелей; r_1 и r_2 – соответственно, внешний и внутренний радиус ФС.

Решая систему уравнений и подставляя значения экранированных токов в исходное выражения для эффективности экранирования находим SF для случаев укладки кабелей треугольником и в плоскости:

$$\begin{aligned} SF_{trefoil} &= \left| 1 + j \cdot \frac{\mu_0 \omega}{2\pi R^*} \cdot \ln \frac{s}{r} + j \cdot \frac{l_{core}}{l} \cdot \frac{(\mu - 1)\mu_0 \omega}{2\pi R^*} \cdot \ln \frac{r_1}{r_2} \right|, \\ SF_{flat} &= \left| 1 + j \cdot \frac{\mu_0 \omega}{2\pi R^*} \cdot \ln \frac{2 \cdot s}{r} + j \cdot \frac{l_{core}}{l} \cdot \frac{(\mu - 1)\mu_0 \omega}{2\pi R^*} \cdot \ln \frac{r_1}{r_2} \right|. \end{aligned} \quad (4)$$

Список литературы

1. Правила улаштування електроустановок / Міненерговугілля України. – Х., 2014. – 793 с.
2. Розов В. Ю. Исследование магнитного поля трехфазных кабельных линий из одножильных кабелей при двустороннем заземлении их экранов / В. Ю. Розов, А. А. Квицинский, П. Н. Добродеев [и др.] // Електротехніка і електромеханіка. – 2015. – № 4. – С. 56–61.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ, ИНДУЦИРОВАННОЙ ВЕТРАМИ НЕЙТРАЛЬНОЙ СРЕДЫ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ ЗЕМЛИ, НА ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОТНОГО ПРОФИЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

Гринченко С. В.

Институт ионосферы, ул. Курничёва, 16, г. Харьков, Украина, 61002,
iion.org.ua, svgrinchenko@gmail.com

Построение теоретической модели ионосферы, реализованной в виде программ для возможности проведения расчётов на вычислительных средствах, вызывается необходимостью в прогнозировании состояния ионосферы для задач распространения радиоволн. Исследование вопроса учёта движения нейтральной атмосферы является актуальным при теоретических расчётах ионосферных параметров.

Движение ионосферной плазмы определяется процессами диффузии, увлечением нейтральными ветрами и электрическим дрейфом. Одной из составляющих скорости движения ионов (в частности, ионов O^+) ионосферной плазмы является скорость $\vec{\omega}$ вдоль силовых линий геомагнитного поля в среде движущихся нейтральных частиц. Если вектор скорости нейтрального ветра $\vec{v}_n = (v_{nx}, v_{ny}, v_{nz}) = (v_{n\phi}, v_{n\lambda}, -v_{nr})$, то радиальная проекция вектора скорости движения ионов вдоль магнитной силовой линии $\omega_r = -(v_{n\phi} \cos D + v_{n\lambda} \sin D) \cdot \cos I \cdot \sin I + v_{nr} \sin^2 I$. Углы D и I – склонение и наклонение магнитного поля. Для случая горизонтальных нейтральных ветров, когда радиальная составляющая нейтрального ветра $v_{nr} = 0$, скорость $\omega_r = -(v_{n\phi} \cos D + v_{n\lambda} \sin D) \cdot \cos I \cdot \sin I$.

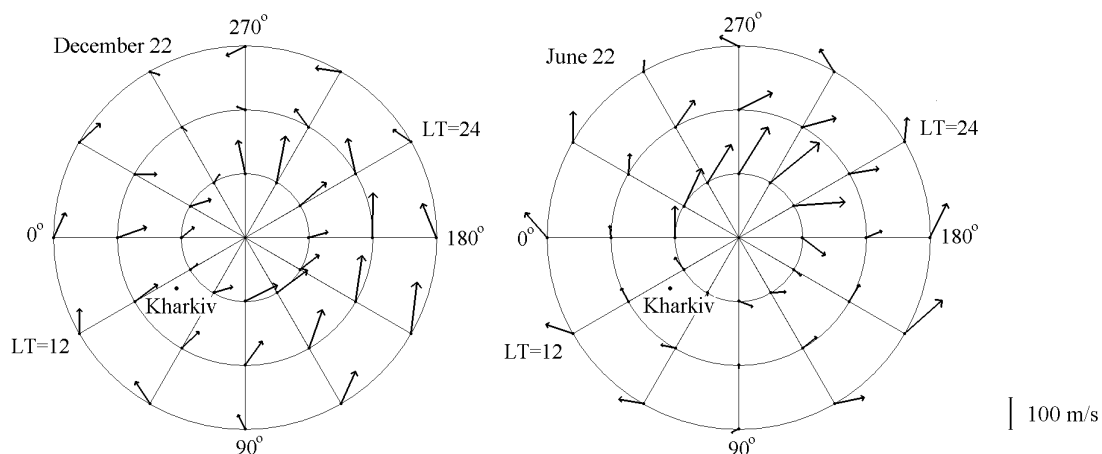


Рисунок 1 – Распределения горизонтального нейтрального ветра в северном полушарии

На рисунке 1 показано глобальное распределение векторов скорости нейтральных частиц для зимнего и летнего солнцестояний при низкой сол-

нечной активности. Расчёты выполнены по модели горизонтальных ветров нейтральной компоненты HWM93. Для расчётов были взяты магнитоспокойные условия ($A_p=2$), уровень солнечной активности характеризовался индексом $F_{10.7}=100$. Расчёты нейтрального ветра проводились для высоты 300 км.

Рисунок 2 иллюстрирует влияние учёта нейтрального ветра при теоретическом моделировании высотного профиля электронной концентрации. Для оценки знака скорости $\omega_r = -(v_{np} \cos D + v_{n\lambda} \sin D) \cdot \cos I \cdot \sin I$ на средних широтах можно пренебречь склонением. В этом случае скорость $\omega_r \approx -v_{np} \cdot \cos I \cdot \sin I$. Зимой меридиональная составляющая $v_{np} > 0$, скорость ω_r отрицательна. В результате этого высота максимума электронной концентрации в F2-слое смещается вниз. Летом на высотах больше 300 км $v_{np} < 0$, скорость ω_r направлена вверх. Летом скорость движения плазмы, индуцированная нейтральными ветрами, смещает профиль электронной концентрации области F2 вверх.

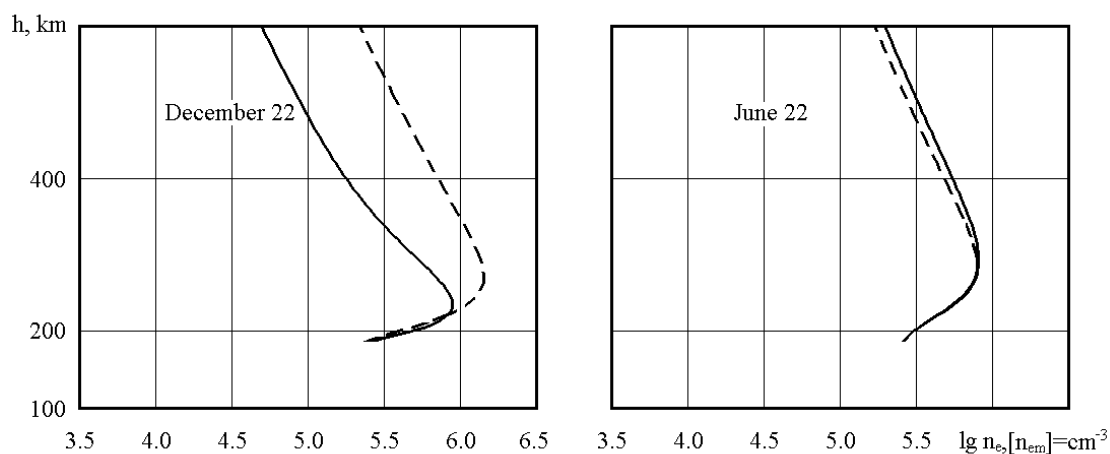


Рисунок 2 – Влияние нейтрального ветра на структуру вертикального профиля электронной концентрации в зимнее и летнее время (сплошная линия – теоретический расчёт электронной концентрации при учёте нейтрального ветра; пунктирная линия – без учёта ветра нейтральной среды)

Проведенные расчёты теоретического моделирования высотного профиля электронной концентрации подтверждают существенную роль ветров в формировании высотного распределения ионосферной плазмы. Показано, что пренебрежение ветрами нейтральной атмосферы приводит к ошибкам в вычислении профиля электронной концентрации области F2. Это указывает на необходимость учёта нейтральных ветров при теоретическом моделировании ионосферных процессов.

ДИНАМІЧНІ ЕФЕКТИ В Е-ШАРІ ІОНОСФЕРИ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ВІТРАМИ ТА ЕЛЕКТРИЧНИМИ ПОЛЯМИ ДИНАМО-ОБЛАСТІ

Дзюбанов Д.А.

НТУ «ХП», вул. Курничова 2, м. Харків, Україна, 61002

e-mail: dzyubanov@gmail.com

Одним із головних чинників руху плазми в Е—області є дрейф в схрещених електричному і магнітному полях. В якості магнітного поля виступає магнітне поле Землі. Що стосується електричного поля, то воно генерується в так званій динамо-області, яку розташовано на висоті приблизно 110 км. На цій висоті існує провідний шар, який веде себе подібно якоря атмосферного динамо, приводячи до регулярних геомагнітних варіацій, пов'язаних з сонячними і місячними добами.

Рух електропровідного шару у поперек сталого магнітного поля Землі створює електрорушійну силу, компонента якої в площині шару має напрямок, перпендикулярний до горизонтальної компоненти швидкості припливу, і величину, пропорційну добутку цієї компоненти на вертикальну компоненту геомагнітного поля. В рухомому шарі виникає електричне поле:

$$\vec{E} = \vec{V} \times \vec{B}$$

На основі такої спрощеної моделі іоносфери передбачається, що атмосферне «динамо» локалізовано в обмеженому зверху і знизу шарі на висоті близько 110 км. Далі, зазвичай, передбачається існування атмосферного «мотора» на великих висотах в області F. Цей мотор приводиться до руху динамо, розташованим нижче. Вважається, що провідність частини іоносфери, розташованої вище динамо, набагато більша вздовж напрямку магнітного поля, ніж у поперек нього. Тому електростатичні поля, створені в динамо-області, передаються вздовж похилих силових ліній в область F на висоті близько 250 км. Ці поля разом з геомагнітним полем можуть викликати рух області F. Оскільки на таких висотах частота зіткнень іонів і електронів багато менше, ніж відповідні гірчастоти, то електричне поле переміщує іони спільно з електронами в напрямку, перпендикулярному магнітному полю $\vec{B}$, зі швидкістю:

$$\vec{V} = \vec{E} \times \vec{B} / |\vec{B}|^2.$$

Розраховані часові варіації вказаних параметрів наведено на рисунках нижче. По-перше розраховано величини і напрямки швидкості руху нейтрального вітру на висоті 110 км.

Для наглядності наведено годограф вектору швидкості протягом доби. Видно що має місце напівдобова періодичність, пов'язана з резонансними явищами в атмосфері.

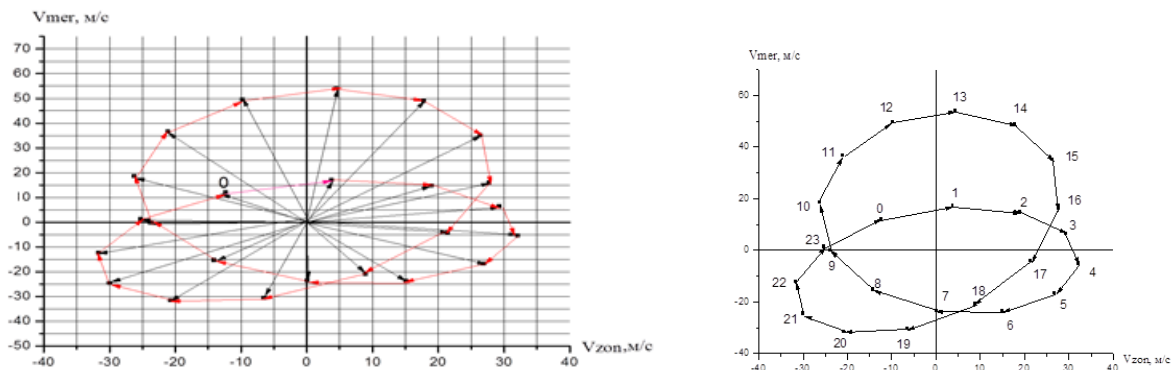


Рисунок 1 – На панелі ліворуч показано обертання вектору горизонтальної швидкості нейтрального вітру протягом доби. На панелі праворуч показано годограф кінця вектору горизонтальної швидкості.

На наступних рисунках показано яка ж саме величина електричного поля генерується на висоті 110 км. Для розгляду взято період літнього сонцестояння при низькій сонячній і магнітній активності, тобто при значенні індексу Ковінгтона $F_{10,7}=100$ і $A_p = 7$.

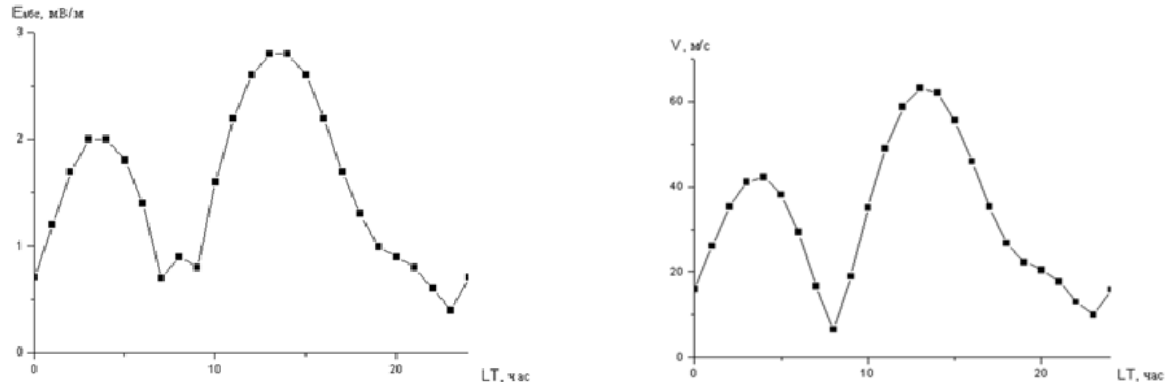


Рисунок 2 – На панелі ліворуч представлено абсолютні значення електричного поля, що генерується в динамо-області. На панелі праворуч показано, які саме значення швидкості плазми забезпечують такі електричні поля.

З рисунків видно, що варіації поля і швидкості близькі за формою. Основним висновком роботи можна вважати, що отримано кількісні варіації величини електричного поля в Е-області іоносфери, близької до області «динамо». Напруженість електричного поля змінюється від 1 до 2,5 мВ/м.

ОЦІНКА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ КОНДУКТИВНОГО ПАРАЗИТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ МЕТОДОМ ПРЯМОГО ЗЧИТУВАННЯ

Захаров І.П., Штефан І.Ю., Штефан Н.В.

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра метрології та технічної експертизи,
пр. Науки, 14, м. Харків, 61166,
newzip@ukr.net*

Однією з вимог щодо акредитації випробувальних та калібрувальних лабораторій за ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 [1] є необхідність мати та застосовувати процедуру оцінювання невизначеності вимірювань.

Відповідно до ДСТУ ETSI EN 300 220-2:2012 [2] методика вимірювання паразитного випромінювання методом прямого зчитування полягає в наступному. Передавач, що тестується, з'єднується з аналізатором спектру за допомогою атенюатора і фільтра, і абсолютне зчитування отримується на аналізаторі для кожного побічного випромінювання. Аналізатор спектру, атенюатор та фільтр є відкаліброваними на частоті паразитного випромінювання. Втрати в кабелі є незначними і тому не враховуються.

Моделльне рівняння вимірювання має вигляд:

$$P_{\pi} = 10^{(A+K_a+K_{\phi}+P_0)}, \quad (1)$$

де P_{π} – потужність кондуктивного паразитного випромінювання, мВт; P_0 – показ аналізатора спектру, дБмВт; A_a – коефіцієнт втрат атенюатору, дБ; K_{ac} – коефіцієнт калібрування аналізатора спектру, дБ; K_{ϕ} – коефіцієнт калібрування фільтра, дБ.

Значення потужності $\hat{P}_0$ оцінюється за результатами одноразових вимірювань потужності аналізатором спектру. Значення коефіцієнту ослаблення атенюатору $\hat{A}$, коефіцієнту калібрування фільтра $\hat{K}_{\phi}$ та коефіцієнту калібрування аналізатора спектру $\hat{K}_{ac}$ беруться з сертифікатів їх калібрувань.

Розраховується значення вимірюваної величини як:

$$P_{\pi} = 10^{(\hat{A}+\hat{K}_{\phi}+\hat{K}_{ac}+\hat{P}_0)/10}, \quad \text{мВт}. \quad (2)$$

Оцінювання сумарної стандартної невизначеності здійснюється за формулою

$$u_c(P_{\pi}) = 0,23 P_{\pi} \sqrt{u^2(A) + u^2(K_{\phi}) + u^2(K_{ac}) + u^2(P_0)}, \quad (3)$$

де $u(K_{ac})$ – стандартна невизначеність вимірювання коефіцієнту калібрування аналізатора спектру:

$$u(K_{ac}) = \frac{U_{ac}}{k_{ac}}, \quad (4)$$

U_{ac} – розширена інструментальна невизначеність аналізатора спектру, k_{ac} – коефіцієнт охоплення, які беруться з сертифікату калібрування аналізатора спектру для частоти паразитного випромінювання; $u(P_0)$ – стандартна невизначеність, яка обумовлена повторюваністю вимірювань аналізатора спектру, приймається рівною середньоквадратичному відхиленню повторюваності s_r результатів вимірювання потужності, яка визначається при попередніх вимірюваннях [3]; $u(A)$ – стандартна невизначеність вимірювання ослаблення атенюатору:

$$u(A) = \frac{U(A)}{k_A}, \quad (5)$$

$U(A)$ – розширена невизначеність вимірювання ослаблення атенюатору, k_A – коефіцієнт охоплення, які беруться з сертифікату калібрування атенюатору для частоти паразитного випромінювання; $u(K_\phi)$ – стандартна невизначеність вимірювання коефіцієнту калібрування фільтру:

$$u(K_\phi) = \frac{U_\phi}{k_\phi}, \quad (6)$$

U_ϕ – розширена інструментальна невизначеність фільтру, k_ϕ – та коефіцієнт охоплення, які беруться з сертифікату калібрування фільтру для частоти паразитного випромінювання.

Оцінюється розширена невизначеність вимірювань та записується результат вимірювань в стандартному вигляді. Наводиться бюджет невизначеності. Розглядається приклад оцінювання невизначеності вимірювань кондуктивного паразитного випромінювання методом прямого зчитування.

Список літератури

1. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій. – Введ. 01.07.07. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – 32 с.
2. ДСТУ ETSI EN 300 220-2:2012 Електромагнітна сумісність та радіочастотний спектр. Радіообладнання малого радіусу дії діапазону частот від 25 МГц до 1000 МГц з рівнем потужності до 500 мВт. Частина 2. Загальні технічні вимоги. – Введ. 01.05.13. – Київ: Держспоживстандарт України, 2013.
3. ЕА-4/02 М:2013 Вираз невизначеності вимірювання при калібруванні. Європейська асоціація з акредитації. – Затверджений 18.10.2013. – 73 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО КОМПЛЕКСУ ІНСТИТУТУ ІОНОСФЕРИ

Козлов С. С.

*НТУ «ХПІ», Україна, 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2,
ksser300@gmail.com*

Інститут іоносфери є великим світовим науковим центром з унікальним інструментом для дослідження навколоземного космічного простору і сонячно-земних зв'язків. Науково-дослідний комплекс Інституту є об'єктом Національного надбання України. З кожним роком, в зв'язку зі зростанням вартості електроенергії, проведення експериментів стає дорожче.

Експериментальний комплекс Інституту є великим енергоспоживачем. Середня споживана потужність радіо-передавального пристрою радара некогерентного розсіяння складає близько 100 кВт, а імпульсна 2 МВт [1]. Нагрівний стенд декаметрового діапазону споживає 200 кВт. Крім пристроїв радарної системи на полігоні знаходяться десятки потужних споживачів, які витрачають електроенергію на експериментальні і господарські потреби. Серед таких пристроїв можна виділити багатоконтурну водяну систему охолодження передавача близько 30 кВт, дистилатори 500 кВт, електрокотли 20 кВт і ін. З огляду на специфіку комплексу, об'єкт живиться від багатопотокової високовольтної трифазної системою електроживлення 10 кВ. Після більш десятка понижуючих трансформаторів 1000 кВА, 560 кВА, 250 кВА електроживлення розходить по споживачах. При цьому частина обладнання живиться від змінної гармонійної напруги частотою 50 Гц і 400 Гц, а частина постійними напругами +120 В, +/-27 В, +/-18 В, +/-12 В, +/-5 В та іншими.

Для підвищення енергоефективності та зниження економічної вартості проведення експериментів необхідна установка різних альтернативних джерел енергії. Технічну придатність об'єкта зумовлюють віддалене розташування від населеного пункту, наявність обгородженої території, що охороняється, обслуговування кваліфікованим персоналом. Всебічний аналіз показав, що найбільш придатними є сонячні батареї, вітроелектричні установки і сонячні колектори [2].

З огляду на сезонні і добові метеорологічні умови генерація електричної і теплової енергії буде нерівномірною. Для класичного збору необхідний тепловий акумулятор і система електро акумуляторних батарей великої ємності, здатної запасти енергію 5 МВт. Безумовно потрібні інверторні пристрої, котрі перетворюють постійний струм в змінний.

Економічно подібні рішення будуть не вигідні. Також з огляду на безперервні добові нерегулярні споживання комплексом, утворюється змінне навантаження для зовнішньої енергосистеми.

Запропоновано впровадження в систему енергопостачання Smart-акумулятора (рис. 1).

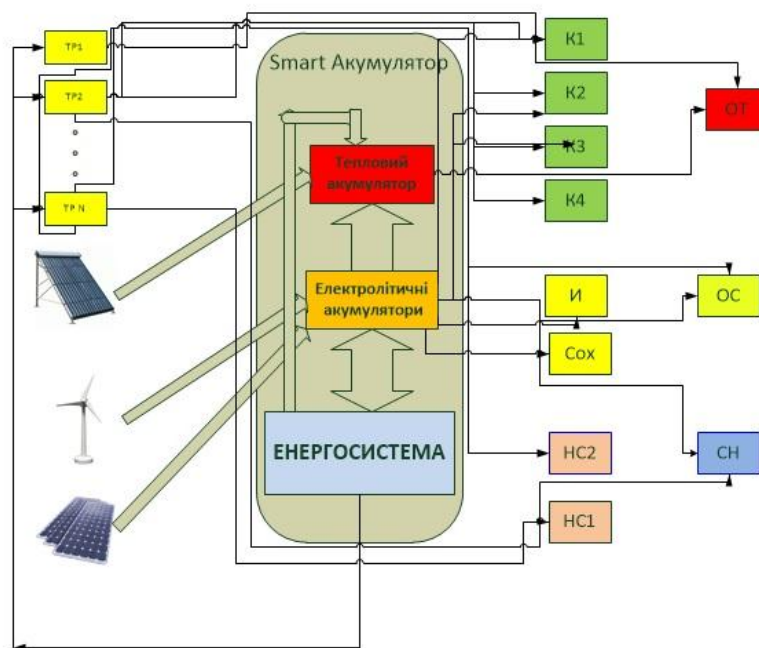


Рис. 1. Структура енергопостачання з Smart-акумулятором

Smart-акумулятор - це складна система обміну електроенергією, до складу якої входить зовнішня енергосистема. Напрямок потоків енергії залежить від стану елементів, що вироблюють її, елементів, що зберігають, споживачів і зовнішньої енергосистеми.

Запропонована організація дозволить компенсувати перевантаження електромережі під час максимальних споживань, а під час нічних провалів створить споживача надлишкової енергії.

Список літератури

1. Емельянов Л.Я. Разработка принципов и аппаратуры формирования сигналов тестирования и контроля радара некогерентного рассеяния / Емельянов Л.Я // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2017. – Вып. 188. – С. 41–49
2. Твайделл Д. Возобновляемые источники энергии / Д. Твайделл. М.: Энергоатомиздат, 1990.

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ

Кропачек О.Ю., Коржов И.М., Мигущенко Р.П., Шапов П.Ф.
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева 2, г. Харьков, Украина, 61002

При диагностике состояния сложных промышленных объектов, в качестве критерия, можно использовать дискриминантную функцию (ДФ) как статистику $\delta^{(K)}$ от скалярных случайных величин $x_i^{(K)}$, $m_i^{(0)}$, $m_i^{(1)}$, $S_i^{(0)2}$, $S_i^{(1)2}$ ($K = \overline{0,1}$) входного измерительного сигнала [1]:

$$\delta^{(K)} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i^{(K)} - m_i^{(1)}}{S_i^{(1)}} \right)^2 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i^{(K)} - m_i^{(0)}}{S_i^{(0)}} \right)^2 + \sum_{i=1}^n \ln \left(\frac{S_i^{(1)}}{S_i^{(0)}} \right)^2, \quad (1)$$

где $m_i^{(0)}$, $m_i^{(1)}$ – оценки элементов векторов средних $\mu_{(0)}$, $\mu_{(1)}$, полученные по образцовым выборкам ;

$S_i^{(0)}$, $S_i^{(1)}$ – оценки элементов дисперсионных матриц $D_{(0)}$, $D_{(1)}$, полученные по выборкам ;

$x_i^{(K)}$ – реализуемая i -того значения контрольной выборки $\{x_1^{(K)}, \dots, x_n^{(K)}\}$ с заданным номером состояния:

$$K = \begin{cases} 0, & \text{если } \theta \in \theta_0 ; \\ 1, & \text{если } \theta \in \theta_1. \end{cases}$$

Выражение (1) является математической моделью преобразования вектора первичных сигналов $\bar{X} = (x_1^{(K)}, \dots, x_n^{(K)})$ в значение $\delta^{(K)}$ квадратичной ДФ. Особенностью вектора $\bar{X}$ является то, что его компоненты – это либо коэффициенты межспектральной корреляции (для высокочастотных вибропроцессов), либо коэффициенты автокогерентности (для инфранизкочастотных тепловых процессов). Последующее сравнения ДФ $\delta^{(K)}$ с нулевым порогом позволяет получить одно из двух решений ω_0 или ω_1 , что приводит к реализации вторичного этапа информационных преобразований.

Математическую базовую модель (1), связывающую $\delta^{(K)}$ с единичными показателями контроля $\{m_i^{(0)}\}_1^n$, $\{m_i^{(1)}\}_1^n$, $\{S_i^{(0)2}\}_1^n$ и $\{S_i^{(1)2}\}_1^n$, удобно модернизировать, используя комплексные информативные параметры

$$\begin{cases} d_{1i} = S_i^{(0)-2} - S_i^{(1)-2}, \\ d_{2i} = 2 \left[m_i^{(0)} S_i^{(0)-2} - m_i^{(1)} S_i^{(1)-2} \right], \\ d_{3i} = \left(\frac{m_i^{(0)}}{S_i^{(0)}} \right)^2 - \left(\frac{m_i^{(1)}}{S_i^{(1)}} \right)^2 + 2 \ln \left(\frac{S_i^{(1)}}{S_i^{(0)}} \right), \end{cases} \quad (2)$$

где $i = \overline{1, n}$.

Тогда модель (1) будет иметь параметрически минимизированную алгебраическую форму вида

$$\delta = \sum_{i=1}^n (x_i^2 d_{1i} + x_i d_{2i} + d_{3i}). \quad (3)$$

Отсутствие индекса (K) в обозначениях $\delta^{(K)}$ и $x_i^{(K)}$ указывает на исходную неопределенность вектора $\bar{X}$ по отношению к классифицируемым (дискриминируемым) состояниям Θ_0 и Θ_1 .

На рисунке 1 представлена выбранная структура компьютеризированных преобразований процесса $X(t)$ в множество $\{x_i\}_1^n$ для вибросигналов (а) и термодинамических процессов (б).

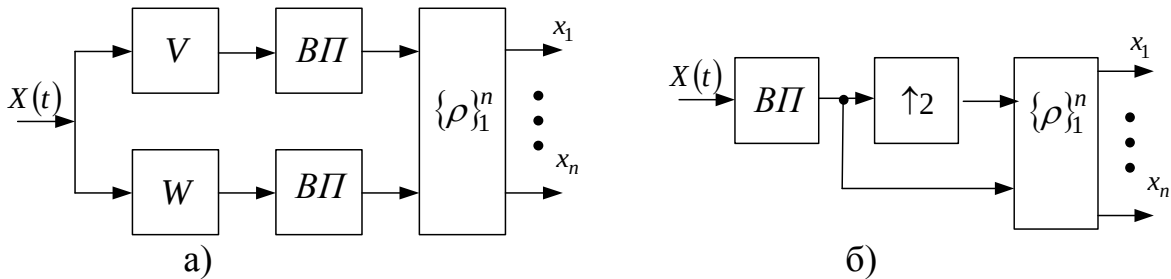


Рисунок 1 – Структура компьютеризированных преобразований
а) вибросигналов, б) термодинамических процессов
в информативные параметры

Обозначения на рисунке 1: V – процедура вычисления V -статистики, W – процедура вычисления W -статистики, $BП$ – процедура дискретизированного вейвлет-преобразования, $\uparrow 2$ – возведение в квадрат, $\{\rho\}_1^n$ – процедура вычисления коэффициентов межспектральной корреляции по масштабу и сдвигу.

Список литературы

1. Раудис Ш. Ограниченность выборки в задачах классификации / Ш. Раудис // Статистические проблемы управления. – Вильнюс. – 1976. – Вып. 18. – С. 1–185.

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ФІЛЬТРОКОМПЕНСУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ З FUZZY-РЕГУЛЯТОРОМ ДРУГОГО ПОРЯДКУ

Левон О.О.

НТУ «ХПІ», вул. Курникова 2, м. Харків, Україна, 61002

elena_levon@ukr.net

Метод проектування нечіткого регулятора у складі системи керування пристроєм компенсації неактивних складових повної потужності на основі пакету нечіткої логіки системи MATLAB досить докладно викладено в роботах [1-3].

В описаній структурі автоматизованої системи керування фільтрокомпенсуючим пристроєм (ФКП) введений додатковий контур регулювання з fuzzy-регулятором, який реалізує процедуру нечіткого виведення і дає можливість отримати необхідні значення регульованих і контрольованих параметрів об'єкта, а саме здійснює керування рівнем амплітуди обраної гармоніки струму мережі живлення k_i або коефіцієнта гармонік в цілому і приведення даних параметрів до встановленого рівня, що в свою чергу відбувається при зміні напруги на конденсаторі інвертора U_C за рахунок керуючих сигналів U_{Cref} на виході додаткового контуру регулювання [3].

У даній роботі пропонується застосовувати нечіткий регулятор другого порядку для моделювання подібних систем з необхідною точністю, а так само представлений алгоритм синтезу нечіткого регулятора другого порядку, який дозволить підвищити точність нечіткого регулятора при незначному ускладненні структури регулятора.

Нечіткий регулятор являє собою статичну ланку, тобто сигнал на виході нечіткого регулятора однозначно визначається вхідними сигналами. Таким чином, для синтезу нечіткого регулятора необхідно визначити бажану статичну характеристику нечіткого регулятора і налаштувати його таким чином, щоб його статична характеристика збігалася з бажаною.

Нечіткий регулятор другого порядку має в своєму складі нечіткий регулятор першого порядку і спирається на базу продукційних правил з подвійним консеквентом [4].

За допомогою розробленої моделі досліджувалася залежність рівня комутаційних перенапруг U_{kn} , а також рівня амплітуди окремо взятої гармоніки струму мережі живлення I_{Gi} від відносної напруги на конденсаторі накопичувача U_C (рис. 1), яка визначається як відношення величини напруги на конденсаторі до амплітуди лінійної напруги на вторинній обмотці трансформатора живлення випрямного блоку [3].

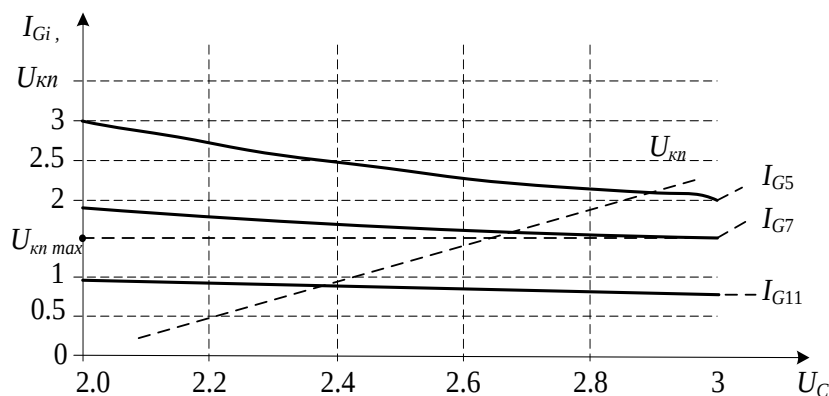


Рисунок 1 – Залежність амплітуд вищих гармонік струму мережі і рівня комутаційних перенапруг від напруги на конденсаторі накопичувача

Отримані за допомогою моделювання графічні залежності, а так само їх аналіз, підтверджують зроблені теоретичні висновки у [4] про наявність діапазону, при якому не доцільно подальше підвищення значення напруги на конденсаторі накопичувача U_C , з метою зменшення величин окремих гармонік струму мережі живлення, через перевищення встановленої межі комутаційних перенапруг $U_{kn,max}$, що необхідно враховувати при налаштуванні параметрів нечіткого регулятора.

Здійснено синтез нечіткого регулятора другого порядку для системи керування фільтрокомпенсуючим пристроєм, а саме визначені лінгвістичні змінні, що описують нечіткий регулятор другого порядку, розроблено базу продукційних правил з подвійним консеквентом, що дозволить домогтися необхідної точності регулювання контрольованих параметрів об'єкту.

Список літератури

1. Кайда Е. А. Нечеткое регулирование устройством компенсации неактивных составляющих полной мощности / Е. А. Кайда // Технічна електродинаміка. – Київ: ІЄДНАУ. – 2011. – Ч. 1, Тематичний вип. – С. 184–188.
2. Левон Е. А. Оптимизация параметров цифрового нечеткого регулятора / Е. А. Левон, И. Ф. Домнин, В. П. Северин // Технічна електродинаміка. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – Ч.2, Тематичний вип. – С. 91–94.
3. Левон О. О. Напівпровідниковий двоканальний регульований компенсатор неактивних складових повної потужності: дис... канд. техн. наук: 05.09.12 / Левон Олена Олександрівна. – Х., 2015. – 200 с.
4. Солов'йов К. А. Еталонна модель для системи керування технологічним процесом на базі нечіткого регулятора другого порядку/ К. А. Солов'йов, О. О. Мурав'йова // Сучасні проблеми науки та освіти в техн. вузі: зб. матеріалів II Міжнар. наук.-практ. конф. Стерлітамак, 2015. С. 61–66.

ОСОБЕННОСТИ ЭКРАНИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ УСТАНОВОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Ревуцкий В.И., Истомин А.Е., Колиушко Д.Г.
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева 2, г. Харьков, Украина, 61002

Комплексные решения на основе микроэлектроники применяются во всех сферах промышленности, в быту, транспортных системах и т.п. Массовый выпуск микроконтроллеров (МК) с низким энергопотреблением позволяет эффективно встраивать их в портативные бытовые и промышленные устройства. Контроллеры функциональных узлов, применяемые для автоматизации ответственных промышленных объектов при управлении технологическими процессами, должны быть максимально надежными и устойчивыми. Сбой или отказ в работе устройства, содержащего МК, может произойти не только по причине программной ошибки, но и от влияния электромагнитных помех (ЭМП) [1]. В связи с этим оценка электромагнитной совместимости (ЭМС) МК необходима в ещё большей степени, так как область применения устройств, содержащих МК, постоянно расширяется. ЭМП возникают вследствие природных явлений или как результат технических процессов. Примерами естественных помех могут служить атмосферные разряды (электромагнитные импульсы, возникающие при ударе молнии), или электростатические разряды, в основном – помехи, возникающие при трении, касании, или ином контакте наэлектризованного объекта с электрической цепью, содержащей чувствительный элемент.

В электрических цепях силового промышленного оборудования к появлению помех приводят коммутационные процессы, связанные с очень быстрым изменением токов и напряжений. Воздействие этих помех может носить как кондуктивный характер (в виде наведенных токов или напряжений в проводниках), так и в виде излучения (под влиянием переменного электромагнитного поля). Кроме того, сами МК являются источниками широкополосных помех, вызванных внутренними процессами в этих устройствах. Применение экранирования позволяет снизить негативное влияние ЭМП на слаботочную электронику до приемлемого уровня [2].

Ранее в высоковольтных установках для испытания жидких диэлектриков с микропроцессорным управлением не было необходимости выполнять экранирование микросхем плат контроля и управления установкой, а также сигнальных линий, так как элементы схемы имели более высокое рабочее напряжение, и, соответственно, были менее чувствительны к помехам, возникающим при работе силовой части.

Модернизация подобных установок, связанная с тенденцией к снижению энергопотребления (что, в свою очередь, позволит уменьшить габариты устройства), а также оптимизация и модернизация программной части микроконтроллера для повышения удобства работы с пользовательским интерфейсом, привели к принятию решения о замене существующего МК на аналогичный контроллер с ARM-архитектурой ядра, но пониженным рабочим напряжением. Уменьшение габаритов корпуса установки также привело к более плотному расположению ее внутренних блоков. В связи с этим становится сложнее выполнить разделение силовых и слаботочных цепей, что приводит к увеличению влияния переходных электромагнитных процессов на сигнальные цепи управления и питания МК.

При работе установки по испытанию жидких диэлектриков УИМ-90 с максимальным напряжением до 90 кВ, подаваемым на электроды кюветы, заполненной испытуемым образцом, при определенных внешних условиях и физико-химических свойствах образца происходит искровой пробой в рабочем зазоре 2,5 мм. Напряженность электрического поля в искровом промежутке при этом может достигать десятков мегавольт на метр. Помимо создаваемого в непосредственной близости от платы измерения и управления, содержащей МК, сильного электрического поля, на выходе трансформаторного источника высокого напряжения возникает кратковременный бросок тока, как результат контролируемого короткого замыкания. В первичной обмотке трансформаторного источника и в связанных с ней цепях также происходит резкий скачек тока и, соответственно, напряженности магнитного поля.

Использование распространенного контроллера STM32 в системе измерения и управления установки (подача/снятие высокого напряжения, измерение текущего напряжения, регистрация пробивных значений напряжения и т. д.) с одной стороны экономит время работы оператора, а с другой – повышает требования к помехозащищенности устройства. Было замечено, что замена элементной базы на МК того же типа, но с пониженным рабочим напряжением питания (с 5В на 3,3В) значительно повысила чувствительность устройства к внешним помехам и требования к стабильности питания. Контроллер LCD дисплея системы вывода данных также является подверженным воздействию помехового сигнала. При сбое системы выводимое программой изображение на дисплее “застывало”, а в некоторых случаях происходил сброс отображаемых данных. Работу устройства можно было продолжить только после полной перезагрузки встроенной операционной системы.

Были опробованы несколько различных экранов, выполненных из магнитного материала. Толщина материала экрана подбиралась исходя из частоты, оцененной при помощи компьютерного моделирования переходного процесса в схеме замещения. Моделирование показало, что основная помеховая составляющая находится в диапазоне частот 10 - 15 кГц. В качестве материала магнитного экрана была применена холоднокатаная отожжённая листовая сталь толщиной 0,5 мм с относительной магнитной проницаемостью $\mu_r \approx 100 \div 200$.

Экранирование платы управления существенно повысило надежность работы установки. При проведении испытаний не менее чем в 60% случаев устройство отрабатывало полный рабочий цикл. С целью дальнейшего улучшения работоспособности установки планируется провести эксперименты по измерению АЧХ помехи, а также разработать комбинированный экран, совместно ослабляющий воздействие магнитной и электрической составляющей поля.

Список литературы

1. Шваб А. Электромагнитная совместимость. Пер. с нем. В. Д. Мазина и С. А. Спектора / Под ред. Кужекина. М. : Энергоатомиздат, 1995. – 480 с.
2. Шапиро Д. Н. Электромагнитное экранирование — Научное издание /Д. Н. Шапиро — Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. –120 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ КОРОНЫ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

Резинкина М.М.¹⁾, Резинкин О.Л.¹⁾, Литвиненко С.А.¹⁾, Gupta Н.²⁾

¹⁾ НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева 2, г. Харьков, Украина, 61002

²⁾ PETROGARDIAN, USA

Результатом возникновения коронных разрядов на элементах оборудования является появление высокочастотных электромагнитных помех, которые могут вывести из строя цифровую вычислительную технику и другое электронное оборудование [1].

Физическое моделирование является эффективным методом исследования зависимости интенсивности процессов образования короны от уровней напряженности электрического поля (ЭП) и формы отдельных элементов электроэнергетических систем. Для того чтобы избежать рассмотрения многообразных форм вершин и кромок элементов электротехнического оборудования разной высоты, моделирование может быть проведено для случая заземленных стержневых электродов с вершинами разного радиуса скругления, расположенных во внешнем, близком к однородному ЭП. Такой подход позволяет определить зависимости тока короны от уровней напряженности приложенного ЭП, а также соотношения между высотой и радиусом скругления вершины объекта. При этом реальные объекты с острыми кромками могут быть приближенно аппроксимированы системой таких стержневых электродов.

Для проведения экспериментальных исследований использовался стенд НТУ «ХПИ», фотография которого показана на рисунке 1. Измерение постоянной составляющей тока короны проводилось с помощью магнитоэлектрического микроамперметра М266М, включенного последовательно в цепь между электродом и заземленной плоскостью.

В результате проведенных экспериментов получены зависимости измеренного среднего значения постоянной составляющей тока короны от уровня приложенного постоянного напряжения отрицательной и положительной полярности при фиксированной высоте заземленных электродов (h : 1.2 м, 1.15 м, 1.05 м, 0.93 м) и разных радиусах скругления их сферических вершин (R : 0.0055 м, 0.00775 м, 0.009 м, 0.0125 м, 0.015 м, 0.019 м). При этом к потенциальной плоскости (1, рис. 1) прикладывалось постоянное напряжение U_0 отрицательной или положительной полярности. Диапазон прикладываемых напряжений U_0 варьировался от 90 до 170 кВ с шагом 10 кВ. Все измерения проводились при одном и том же расстоянии между заземленной и потенциальной плоскостями (1 и 2, рис. 1) $d = 2.1$ м.

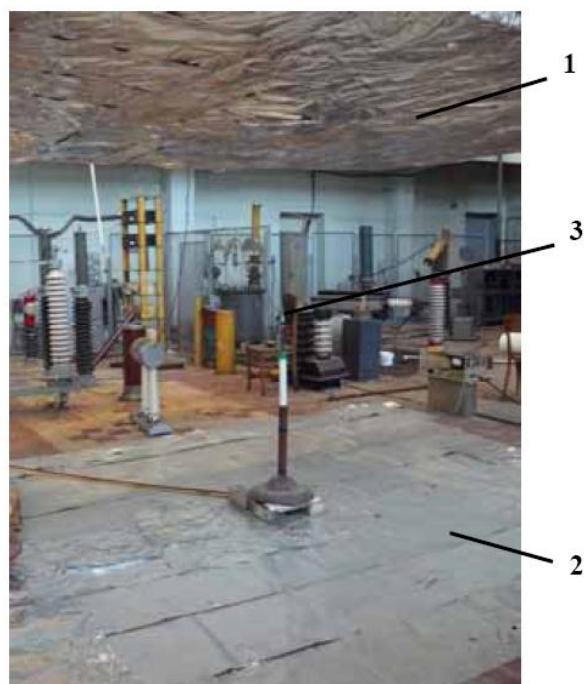


Рисунок 1 – Экспериментальный стенд для регистрации импульсов тока короны:

- 1, 2 – потенциальная и заземленная электроды-плоскости;
3 – заземленный стержневой электрод.

Проведенное сравнение результатов физического и математического моделирования [2] процессов образования короны у вершин заземленных электродов со скругленными вершинами показало, что интенсивность коронирования, характеризуемая измеренным током короны, зависит от объема зоны, в которой напряженность ЭП превышает пробивную напряженность в слабо неоднородных полях – 30 кВ/см.

С помощью такого подхода определено соотношение между радиусами скругления (R) вершин элементов конструкций объектов электроэнергетических систем и их высотой (h), при соблюдении которого коронные разряды не появляются или их интенсивность существенно снижается: $R/h > 0.6 / (3 \cdot 10^6 / E_0 - 12.5)$ (где E_0 [В/м] - уровень напряженности приложенного ЭП).

Список литературы

1. Simmelvuo M.K., et al, Electric power system suppressing corona discharge from viewpoint of environment, European Patent Office, International publication number: WO 2005/043708 (12.05.2005 Gazette 2005/19).
2. Rezinkina M. M. Simulation of electric fields in the presence of rods with rounded upper ends / M. M. Rezinkina // Technical Physics. – 2015. 60 P. 337–343.

ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРОБНЫХ ВЧ СИГНАЛОВ НА СРЕДНЕ- И ВЫСОКОШИРОТНЫХ РАДИОЛИНИЯХ

Резниченко А.И.¹⁾, Колосков А.В.²⁾

¹⁾ НТУ «ХПИ», ул. Кирпичёва 2, г. Харьков, Украина, 61002

e-mail: artem.reznychenko@gmail.com,

²⁾ Радиоастрономический институт НАН Украины, ул. Искусств, 4,
Харьков, Украина

Диагностика состояния ионосферы на пространственно-разнесенных ВЧ радиолниях различной протяженности позволяет контролировать состояние космической погоды в планетарном масштабе и совершенствовать ее прогностические модели. В Радиоастрономическом институте НАН Украины для этих целей используются пассивные методы зондирования с помощью когерентного приема ВЧ сигналов в различных регионах. Такие методы исследования ионосферы являются экологически чистыми и экономичными, поскольку в них используется уже существующее излучение природного либо техногенного происхождения и не требуется создание дорогостоящих и энергоемких передающих систем. ВЧ сигналы вещательных и специальных передатчиков, распространяясь посредством отражения от ионосферы, несут в себе информацию о поведении околоземной плазмы вдоль контрольных радиотрасс.

Данная работа посвящена анализу ВЧ сигналов, излучаемых радиостанцией службы точного времени РВМ, расположенной в окрестностях г. Москва (Россия). Сигналы регистрировались разработанными в РИ НАНУ приёмными комплексами [1], которые расположены в г. Тромсё, Норвегия и на низкочастотной обсерватории РИ НАНУ (НЧО) в пос. Мартовая, Харьковская обл., Украина. Исследованы фоновые вариации параметров ВЧ сигналов на высокоширотной (РВМ-Тромсё) и среднеширотной (РВМ-НЧО) радиолниях по данным систематического мониторинга на частоте 9,996 МГц за 2013 год. При анализе данных использовалась дополнительная информация о состоянии ионосферы (критические частоты F0F2 слоя F2 и индексы геомагнитной активности).

Результаты анализа показывают, что параметры принятых сигналов (интенсивность и доплеровское смещение частоты (ДСЧ)) подвержены регулярным суточным и сезонным вариациям и находятся в тесной взаимосвязи с освещённостью на радиотрассе.

Например, на рис. 1 представлено годовое поведение интенсивности принимаемого сигнала на НЧО вместе с величинами ДСЧ и временами восхода и захода Солнца в средней точке трассы. Видно, что интенсивность сигнала зависит от моментов восхода и захода Солнца, т.е. от продолжительности солнечной ионизации, достаточной для поддержания высокой электронной плотности [2].

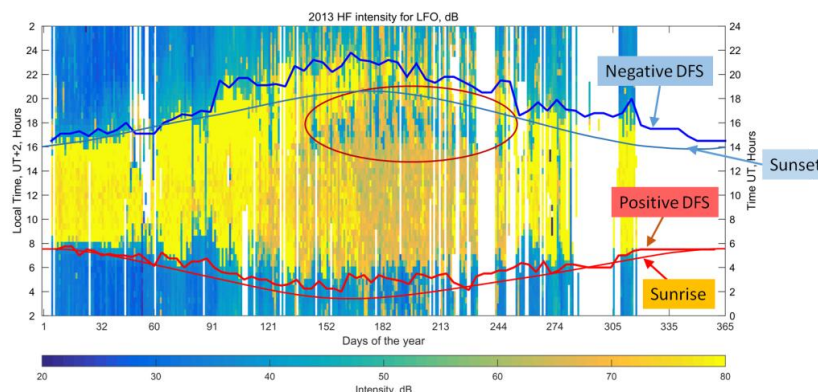


Рисунок 1 – Годовое поведение интенсивности и ДСЧ сигнала на НЧО

При этом положительный ДСЧ соответствует восходу Солнца, а отрицательный ДСЧ – заходу. Утром, при восходе Солнца, ионизация в области отражения волны возрастает, высота отражения снижается и наблюдается положительный ДСЧ. Вечером, при заходе Солнца, происходит обратный процесс и наблюдается отрицательный ДСЧ.

В летние месяцы обращает на себя внимание послеполуденный минимум в интенсивности сигнала. Он определяется в основном увеличением поглощения сигнала в ионосфере [2], и в меньшей степени регулярным уменьшением критической частоты F_0F_2 , которое регистрируется в это время ионозондом.

Аналогичное поведение параметров сигналов наблюдается для высокоширотной трассы РВМ-Тромсё. В интенсивности принимаемого сигнала послеполуденный минимум проявляется сильнее, за счет дополнительного затухания сигнала, связанного с эффектом аврорального поглощения и условиями полярного дня [3].

Результаты исследования фоновых вариаций параметров ВЧ сигналов на данных трассах показали эффективность методики. Использование регулярных вариаций даёт возможность обнаруживать и анализировать на их фоне ионосферные события, когда наблюдаются существенные отклонения параметров от регулярных значений.

Список литературы

1. Колосков А. В. Сеть интернет-управляемых ВЧ приемников для исследования ионосферы / А. В. Колосков, Ю. М. Ямпольский, В. Г. Галушко, А. В. Зализовский // Радиофизика и радиоастрономия. – 2014. Т. 19, № 4. С. 324 – 335. <https://doi.org/10.15407/rpra19.04.324>.
2. Брюнелли Б. Е. Физика ионосферы / Б. Е. Брюнелли, А. А. Намгаладзе. – М. : Наука. – 1988.
3. Hunsucker R. D. High-Latitude Ionosphere and its Effects on Radio Propagation / R. D. Hunsucker, J. K. Hargreaves, D. J. Alexander // Cambridge University Press. – 2002.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ТЕМ-КАМЕРЕ

Шаламов С.П.¹⁾, Галабов К.С.²⁾

¹⁾ *Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт
«Молния» НТУ «ХПИ», ул. Шевченко, 47, г. Харьков, Украина, 61013,*

²⁾ *Технический университет – София, Болгария*

Структура электрического и магнитного полей в Полеобразующих системах (ПС) различного типа рассмотрена в работах [1 - 3]. В стандарте [3] приведены требования к параметрам ТЕМ-камеры (называется «преобразователь напряжение–электрическое поле»). ТЕМ-камера, удовлетворяющая этим требованиям полностью соответствует требованиям стандарта [4]. Отметим, что продольная компонента электрического поля не должна превышать 10% от напряженности поперечной компоненты. Максимальная неоднородность поперечной компоненты в рабочем объеме относительно значения в центре ПС не должна превышать ± 3 дБ. Логично из этого условия определить понятие «рабочий объем» как пространство в ПС, в котором выполняется указанное требование, где может располагаться техническое средство (ТС) с целью испытаний его уровня устойчивости.

В качестве примера, рассмотрена структура электрического поля в ТЕМ-камере (ПЛ-48) эталона единиц физических величин импульсных электрических и магнитных полей (Эталон РЭМП), которая используется при проведении экспериментальных исследований устойчивости ТС. Габаритные размеры ПЛ-48 в поперечном сечении горизонтальной части представлены на рисунке 1. Расчет проведен в статической постановке задачи. При расчетах на внутреннюю пластину подавался потенциал 24,1 кВ, подобранный таким для получения в рабочем объеме заданного уровня напряженности электрического поля 50 кВ/м.

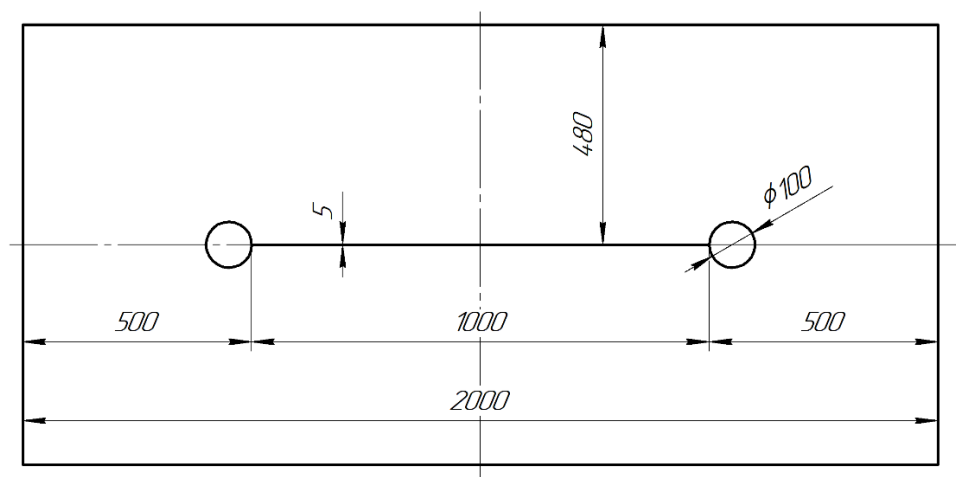


Рисунок 1 – Габаритные размеры ПЛ-48 эталона РЭМП

Результаты расчета зон однородности электрического поля представлены на рисунке 2, где оранжевая зона соответствует напряженности (50 ± 2) кВ/м. Степень однородности электрического поля в оранжевой зоне с большим запасом удовлетворяет требованию стандарта [3]. В зоне рабочего объема силовые линии практически вертикальны (напряженность горизонтальной составляющей электрического поля не превышает 0,01 значения напряженности вертикальной составляющей).

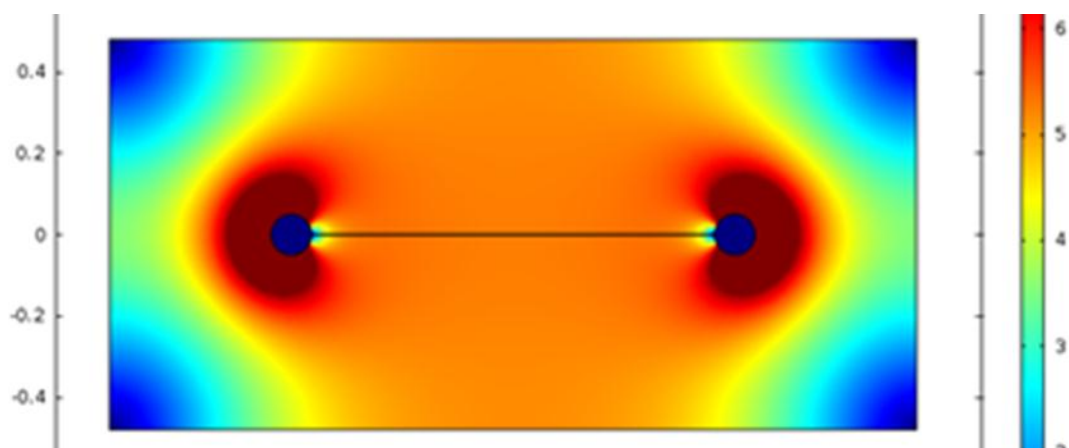


Рисунок 2– Зоны равной напряженности электрического поля в ПЛ-48

Следует еще раз отметить, что ТЕМ-камеры являются оптимальным вариантом реализации ПС для проведения испытаний устойчивости ТС к действию ЭМИ ЯВ. Практически вся область внутри горизонтальной части ТЕМ-камеры удовлетворяет требованиям стандарта [4] по условиям однородности напряженности электрического (магнитного) полей.

Список литературы

1. Зайцев В.В. Электростатическое моделирование полосковых линий: Учебное пособие / В.В. Зайцев, В.И. Занин, В.М. Трещев – Самара: Изд-во «Универс-групп», 2005. 52 с.
2. Сухов А.В. Методы и средства измерений параметров сверхкоротких электромагнитных импульсов в пикосекундном диапазоне. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М. : ФГУП «ВНИИОФИ», 2016.-160 с.
3. ГОСТ Р 51048-97 Совместимость технических средств электромагнитная. Генераторы электромагнитного поля с ТЕМ-камерами. Технические требования и методы испытаний.
4. MIL-STD-461G:2011 Department of defense interface standard. Requirements for the control of electromagnetic interference. Characteristics of subsystems and equipment.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

Неєжмаков П.І., Павленко Ю.Ф.

Квантові технології нової SI – майбутнє приладобудування	3
---	----------

СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА ТА УПРАВЛІННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

1. Vasylchenkova A.O.

Methods of nonlinear fouriertransform in optical communication	5
---	----------

2. Ащепков С.А., Ащепкова Н.С.

Математичне моделювання взаємодії захватного пристрою робота з об'єктом	7
--	----------

3. Бабіченко А.К., Подустов М.О., Кравченко Я.О., Бабіченко Ю.А., Лисаченко І.Г.

Комп'ютерно-інтегрована технологія чисельної оцінки невизначеності коефіцієнту теплопередачі низькотемпературного випарника виробництва аміаку	9
---	----------

4. Бобух А. О., Переверзева А. М., Подустов М. О., Дзевочко О. М.

Принципи розробки комп'ютерно-інтегрованої технології енергопостачання та енергозбереження	11
---	-----------

5. Васильченков О.Г., Сальников Д.В.

Метод оптимизации операции нахождения медианы на процессорах с расширенным набором команд Simd	13
---	-----------

6. Волков О.Є., Коршунов М.В., Комар М.М., Волошенюк Д.О., Боровик В.О.

Розробка інформаційних технологій інтелектуального управління безпілотними авіаційними системами.....	15
--	-----------

7. Волянский Р.С., Волянская Н.В.

Интервальная функция Ляпунова	17
--	-----------

8. Волюков В.В.

Управління технологічними процесами в транспортній системі Sky way.....	19
--	-----------

9. Дудник А.В., Артюхов Н.О., Багнюк В.С., Микитюк Д.А., Обухова Т.А.

Система анализа сегмента информационного пространства	21
--	-----------

10. Евсеенко О. Н.

Моделирование суточного температурного режима помещения офисного здания с заданным графиком работы с использованием регулятора с предсказанием	23
---	-----------

11. <i>Ивашко А.В., Лунин Д.А.</i>	
К выбору оптимальных модулей для теоретико-числового преобразования	25
12. <i>Караман Д.Г., Азаренко И.А.</i>	
Использование криптографических счетчиков для систем защищенной телеметрии	27
13. <i>Колісник М.О., Піскачова І.В.</i>	
Про деякі результати аналізу методів забезпечення гарантоздатності Internet of things	29
14. <i>Новаш И. В., Романюк Ф. А., Румянцев В. Ю.</i>	
Компьютерные комплексы для испытания релейных защит	31
15. <i>Ошаровская Е.В., Патлаенко Н.А.</i>	
Адаптивное управление пороговыми значениями спектральных коэффициентов цифровых изображений.....	33
16. <i>Полікаровських О.І., Вінічук В.Ю.</i>	
Модельювання процесу передачі інформації у технології Visible light communication.....	35
17. <i>Постільник І.О.</i>	
Онлайн-сервіс системи попередження про грозову небезпеку	37

СЕКЦИЯ 2. МЕДИЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ

1. <i>Аврунин О.Г., Мустецова Е.В.</i>	
Моделирование процесса прохождения воздуха в верхних дыхательных путях человека при храпе	39
2. <i>Batachenko S.N., Tomashevskiy R.S., Kolesnik K.V., Jennifer McClain</i>	
Using a 2.4 ghz radio module for transmitting a spirometer data	41
3. <i>Бархоткина Т.М. , Бернадская Т.В. , Томашевский Р.С.</i>	
3D морфология эритроцитов и способ ее реализации	43
4. <i>Бондаренко И.С., Аврунин О.Г.</i>	
Магнитная гидродинамика биологической среды.....	45
5. <i>Воропай В.С., Шураев А.А.</i>	
Исследование реакции мозга на ольфакторное воздействие	47
6. <i>Долгопятенко А.Д., Скляр О.И.</i>	
Линейный тренажер зрения на логических элементах	49
7. <i>Злепко С. М., Чернишова Т. А., Тимчик С. В., Лепьохіна Г. С.</i>	
Методи виявлення і визначення циркулюючих пухлинних клітин.....	51
8. <i>Кипенский А.В., Король Е.И.</i>	
Модуляция параметров физиотерапевтических воздействий	53
9. <i>Колесник К.В., Лапта С.С., Огаркова И.С.</i>	
Модуль телемедицинского глюкометра экспериментального стенда .	55
10. <i>Куліченко В.В. Махонін М.В. Кузьминський Б.С.</i>	
Модель генератору озону	57

11. Куліш Д. В. , Іванушкіна Н. Г. , Іванько К. О.	
Обробка зображень за даними внутрішньокоронарного ультразвукового дослідження.....	59
12. Лапта С.С.	
Новый компьютерно-модельный метод разработки медицинских систем диагностики и терапии	61
13. Лосев Н.В., Томашевский Р.С., Чурсина Ю.В.	
Портативный биоимпедансометр для телемедицинского комплекса .	63
14. Маляренко Д.Ю., Безугла Н.В.	
Вплив показника заломлення біологічного середовища на просторовий розподіл розсіяного випромінювання.....	65
15. Мещанинов С.К., Нельга А.Т., Ітякін О.С.	
Математичне моделювання процесу вимірювання температури тіла людини з використанням біологічного зворотного зв'язку	67
16. Мустецов Т. Н., Кожешкурт В. А.	
Способ локализации температурных аномалий в биологических тканях	69
17. Мустецов Т.М., Мустецова Е.В.	
Моделирование процесса возникновения храпа.....	71
18. Наконечный И.М., Тымкович М.Ю., Дуденко В.Г.	
Применение технологии виртуальной реальности в медицине	73
19. Новойдарский Д.Ю., Поворознюк А.И.	
Система автоматизированной классификации хромосом человека	75
20. Носова Я.В., Аврунин О.Г.	
Особенности аэродинамики обонятельной области.....	77
21. Павлов С. В., Кривоносов В. Є., Зленко С. М., Барановський Д. М.	
Особливості експертних систем для діагностики технічного стану біомедичної апаратури	79
22. Перепелица А.Н., Калашник Ю.М., Аврунин О.Г.	
3D прототипирование сплент-системы после септопластики.....	81
23. Плакса Д.В., Терещенко М.Ф., Матвієнко С.М.	
Підвищення ефективності лікувального впливу фізіотерапевтичного апарату мікрохвильової резонансної терапії.....	83
24. Томашевский Р.С., Слободчук А.Ю.	
Малолумлящий пьдсилювач для п'єзоелектричних потенціалів клітинних структур.....	85
25. Смелянец А. В., Шуляк О. П.	
Обнаружение QRS-комплексов в электрокардиограмме в системе, обучаемой с учителем на основе согласованной фильтрации сигналов	87
26. Цапенко В.В., Терещенко М.Ф.	
Цифрова біометрична система дослідження патологічних станів стопи.....	89

27. Шачиков А. Д., Ненафф Р., Шуляк О. П.	
Сравнение измеренных и смоделированных движений нижних конечностей человека.....	91
28. Швидкий В.В., Терещенко М.Ф.	
Методи контролю зміни параметрів лазерного випромінювання в біологічних тканинах.....	93
29. Шелофаст В. А., Шуляк А. П.	
Анализ влияния стабилизации изолинии электрокардиограммы пациента на результативность распознавания типов qrs-комплексов в ее составе	95
30. Шелофаст В. А., Шуляк А. П.	
Процедура корректировки решений по распознаванию типов QRS-комплексов в электрокардиограмме в системе, обучаемой с учителем	97
31. Шишкін М.А., Колісник К.В., Голдобін С.М.	
Універсальний сервер телемедичного комплексу.....	99
32. Штода Д.О., Мустецов М.П.	
Мікрохвильова візуалізація в медицині.....	101

СЕКЦИЯ 3. ПРИЛАДИ І МЕТОДИ КОНТРОЛЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН

1. Безымянный Ю. Г., Колесников А. Н., Комаров К. А., Талько О. В.	
Опыт ультразвуковой дефектоскопии мелких партий роликов прокатного стана после их восстановления	103
2. Панасенко Д. П., Смолін Ю. О., Нахмедов С. Н.	
Аналіз методів обробки слабоконтрастних зображень отриманих за допомогою електронно-оптичних засобів дефектоскопії	105
3. Плєснецов С. Ю., Коваленко А. С., Крамаренко Д. С.	
Використання перетворювача usb-to-comm PL2303 і середовища delphi 10 для організації протоколу обміну даних пристрій-комп'ютер	107
4. Сіренко М. М., Вербицький М. Е., Крутов М. М., Петруша О. В.	
Особливості визначення характеристик детекторів газоаналітичних приладів і систем	109
5. Скиба О. О., Сучков Г. М.	
Дослідження характеристик ультразвукових контактних перетворювачів.....	111
6. Смолін Ю. О., Панасенко Д. П., Вяткін В. С.	
Технічний й оперативно-технічний контроль в первинних мережах телекомунікаційних систем зв'язку	113
7. Хомяк Ю. В., Гонтар В. Ю.	
Розподіл електромагнітного поля поверхневого дефекта в металевому виробі	115

8. Хомяк Ю. В., Чернявський А. С.	
Джерело струму для калібрувального соленоїду	117
9. Філіппова М. В., Демченко М. О.	
Методика визначення акустопружних коефіцієнтів зв'язку для матеріалу фасонних профілів металевих конструкцій.....	119

СЕКЦІЯ 4. ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ

1. Балев В.Н.	
Распределенные виртуальные средства измерений.....	121
2. Банзак Г.В.	
Разработка методов и средств увеличения точности и эффективности контроля расхода теплоносителя на АЭС	123
3. Банзак О.В.	
Система измерений собственного гамма-излучения отработавшего ядерного топлива при высоких нагрузках	125
4. Безбородий Є. А., Григоренко І. В.	
Модернізація мікроконтролерного вимірювача технологічного процесу виготовлення кефіру	127
5. Богданов В. О., Ащепкова Н.С.	
Автоматична багатозв'язна система керування якістю виробів	129
6. Борисенко Е. А., Харченко В. В., Благов И.Х.	
Определение значения фазовой скорости при диагностировании кабельных линий рефлектометром	131
7. Вальдемар Вуйцик, Карнакова Гайни Жарасхановна	
Оптические сенсоры для измерения температуры на основе брэгговских решеток с линейным измерением периода	133
8. Вальдемар Вуйцик, Шедреева Индира	
Оценивание влияния температуры на оптические параметры косых брэгговских решеток	135
9. Гаркуша В.В., Тополов І.І.	
Обґрунтування методу миттєвої витрати палива бігенераторним витратоміром.....	137
10. Герасимов С.В., Наконечний О.А.	
Оптимізація засобів вимірювання у складі мобільної лабораторії вимірювальної техніки.....	139
11. Говоров А.С., Тополов І.І.	
Мультиканальна вимірювальна система контролю тиску	141
12. Горкунов Б.М., Львов С.Г., Салиба Абдел Нур, Опрышкин А.С.	
Бесконтактное измерение механических напряжений.....	143
13. Горкунов Б.М., Львов С.Г., Тищенко А. А., Аббасі Жаббар	
Разбраковка металлических пластин с помощью накладного	

вихретокового преобразователя.....	145
14. Горкунов Б.М., Львов С.Г., Тищенко А. А., Шибан Тамер	
Бесконтактное измерение параметров проводящих цилиндрических изделий	147
15. Григоренко І. В., Михайличенко А. М.	
Розробка системи контролю параметрів середовища в акваріумі на базі GSM-модуля Neoway m660.....	149
16. Григоренко І. В., Сікора Н. С.	
Дослідження цифрового вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення вина	151
17. Григоренко І. В., Бараненко О. Ф.	
Вимірювальна система параметрів технологічного процесу виготовлення ДСП.....	153
18. Григоренко І.В., Мартиненко В.В.	
Цифровий вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення біопаливних гранул	155
19. Давидов Е.А., Тополов І.І.	
Система забезпечення життєдіяльності в приміщеннях з пічним опаленням	157
20. Долішній Б.В., Клочко Н.Б., Павлів Т.Р.	
Оцінювання невизначеності результатів вимірювання витрати газу ультразвуковими лічильниками на ГРС Перерісль.....	159
21. Еннан А.А., Тополов І.І.	
розробка інформаційно-керуючої системи кліматичного контролю .	161
22. Коваль Л. Г., Злепко С. М., Макогон В. І., Гомолінський В. С.	
Організація підтримки прийняття рішень безпілотних авіаційних комплексів (БАК)	163
23. Коваль Л. Г., Злепко С.М., Пільганчук О.О., Крекотень Є.Г.	
Обґрунтування вимог до членів екіпажів БАК.....	165
24. Кочан О.В., Гусіна Є.К., Стадник А.О., Рудник П.Р.	
Розроблення теоретичних основ оцінки стану електродів термопар у процесі експлуатації.....	167
25. Кочан О.В., Стадник А.О., Гусіна Є.К. ,Рудник П.Р.	
Метрологічний програмний тест дослідження методу визначення похибки термоелектричних перетворювачів у процесі експлуатації. 	169
26. Кошовий М.Д., Заболотний О.В., Кошова І.І.	
Фотоелектричні перетворювачі кутових переміщень.....	171
27. Лавриненко О.В.	
Построение алгоритма диагностики, основанного на применении дискриминантного анализа.....	174
28. Машезов А.В., Тополов І.І.	
Система дозування рідких речовин.....	176

29. Павлюк Ю. М., Григоренко І. В., Григоренко С. М.	
Система контролю технологічного процесу виготовлення харчової пластмаси	178
30. Пантелеев К.В., Воробей Р.И., Тявловский К.Л., Тявловский А.К., Самарина А.В., Свистун А.И., Гусев О.К., Жарин А.Л.	
Метод управления процедурой приближения и слежения за изменением зазора отсчетного электрода цифрового зонда кельвина.....	180
31. Піндус Н.М., Чеховський С.А., Шинкарук Х.М., Піндус О.В.	
Розробка вимірювача основних параметрів радіоелементів	182
32. Романів В.М., Скробач Н.Є.	
Аналіз спектрів поглинання основних вуглеводневих компонент природного газу в інфрачервоному діапазоні для оптимізації вибору засобів контролю їх концентрації	184
33. Сеμεць Ю.М., Тополов І.І.	
Система вимірювання лінійних розмірів об'єктів	186
34. Ткачук А.А., Лапченко Ю.С.	
Особенности вимірювання витрат води в протяжних трубопроводах великого діаметру з малою швидкістю потоку	188
35. Хіхло В.Ю., Тверитникова О.Є., Хіхло О.В.	
Розробка програмного забезпечення віртуального випробувального комплексу.....	190
36. Шабанов Д.О., Тополов І.І.	
Вимірювання освітленості за допомогою цифрової фотокамери.....	192
37. Юр'єв А.О., Тополов І.І.	
Система забезпечення стабілізації стійкої роботи вітрогенераторної енергоустановки	194

СЕКЦІЯ 5. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СФЕР ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ, СЕРТИФІКАЦІЇ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ

1. Demidova Yu. E., Birchenko E.R.	
Comparative analysis of qualimetric evaluations of education systems.....	196
2. Tverytnykova E.E., Chilindrishvili A.M.	
The scientific heritage of professor P.P. Kopnyaev (for 150th anniversary of the scientist).....	198
3. Tverytnykova E.E., Portnoy B.S.	
The development of quality management systems.....	200
4. Дроздова Т.В., Кондрашов С.І.	
Використання моделей нечіткої логіки мамдані та сугено для моделювання процесів вимірювання якості.	202

5. Нікольчук П. П., Дроздова Т.В.	
Впровадження стандарту енергоменеджменту ISO 50001 у промисловості України.....	204
6.Півень О.М., Чуніхіна Т.В.	
Забезпечення окиснювальної стабільності соняшникової олії при виробництві крекери	206
7. Сергієнко М.П., Штефан І.Ю., Штефан Н.В.	
Особливості оцінювання невизначеності засобів вимірювальної техніки при запровадженні системи керування вимірюваннями	208
8. Штефан В.О., Куць В.Р.	
Аналіз енергоефективних та низьковитратних заходів на прикладі вищих навчальних закладів.....	210

СЕКЦІЯ 6. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПРОЦЕСИ У ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДАХ

1.Борисенко А.Н., Кубрик Б.И., Лавриненко О.В.	
Исследование энергетических процессов в электромагнитном исполнительном устройстве в силовой энергетической установке	212
2.Гетьман А.В.	
Класифікація принципів та методів експериментального визначення просторових гармонік магнітного поля технічних об'єктів.....	214
3.Гнатенко А.С., Обозная В.П., Кальная О.А., Васько К.А., Бачило А.К.	
Исследование применения жидких кристаллов для создания лазеров.....	216
4.Гринченко В.С., Ткаченко А.О.	
Аналитический расчет магнитного поля кабельных линий при двустороннем замыкании экранов кабелей, охваченных ферромагнитными сердечниками	218
5.Гринченко С. В.	
Влияние скорости ионосферной плазмы, индуцированной ветрами нейтральной среды в магнитном поле земли, на формирование высотного профиля электронной концентрации	220
6.Дзюбанов Д.А.	
Динамічні ефекти в е-шарі іоносфери, що створюються вітрами та електричними полями динамо-області.....	222
7.Захаров І.П., Штефан І.Ю., Штефан Н.В.	
Оцінка невизначеності результатів вимірювань кондуктивного паразитного випромінювання методом прямого зчитування	224
8.Козлов С. С.	
Оптимізація енергопостачання науково-дослідного комплексу інституту іоносфери	226
9.Кропачек О.Ю., Коржов И.М., Мигущенко Р.П., Щапов П.Ф.	

Синтез структуры компьютеризированной системы диагностирования и контроля параметров нестационарных процессов	228
10. <i>Левон О.О.</i>	
Система керування фільтрокомпенсуючим пристроєм з fuzzy-регулятором другого порядку	230
11. <i>Ревуцкий В.И., Истомин А.Е., Колиушко Д.Г.</i>	
Особенности экранирования микропроцессорных управляющих устройств установок для испытания жидких диэлектриков	232
12. <i>Резинкина М.М., Резинкин О.Л., Литвиненко С.А., Gupta Н.</i>	
Моделирование процессов образования короны на электроэнергетических объектах	234
13. <i>Резниченко А.И., Колосков А.В.</i>	
Вариации параметров пробных вч сигналов на средне- и высокоширотных радиолиниях	236
14. <i>Шаламов С.П., Галабов К.С.</i>	
Компьютерное моделирование процессов распространения электромагнитных импульсов в ТЕМ-камере	238

Наукове видання

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
АВТОМАТИКИ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

**Матеріали
I Міжнародної науково-технічної конференції**

07-08 грудня 2017

Українською, російською та англійською мовами

Відповідальний за випуск доц. Т.В. Чуніхіна
Художник І.І. Тополов

На обкладинках:

Електротехнічний корпус НТУ «ХПІ»

Старовинна частина болгарського міста Созополь, яка визнана ЮНЕСКО архітектурним заповідником (місто було засновано у VI ст. до н.е. греками і спочатку отримало назву Аполлонія на честь бога Аполлона)

В авторській редакції