

СЕКЦІЯ 10 АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

УДК 621.317.08; 57.032

ОЦІНКА ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ НА НВЧ

¹⁾Алексашин О.В., ²⁾Штефура Ю.В.

¹⁾Одеська національна академія харчових технологій, Одеса, Україна; ²⁾Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна

E-mail: aleksashin48@gmail.com, yuliosa@gmail.com

При зондуванні насіння зернових культур електромагнітними хвилями (ЕМХ) надвисокочастотного (НВЧ) діапазону спостерігається резонансне поглинання на певних біологічно активних частотах (БАЧ) [1]. В області БАЧ поглинання ЕМХ сягає 90...95%, а за межами смуги БАЧ знижується до 10...15%.

Рівень поглинання ЕМХ при низькій інтенсивності зондуючих сигналів залежить від біофізичних властивостей зерна. За рівнем поглинання на характерних смугах БАЧ можна визначати вологість, біологічну активність білкових сполук та інші параметри зернопродуктів.

Але оцінка поглинальної здатності пов'язана з деякими труднощами. При нетепловій інтенсивності ЕМХ внаслідок відсутності теплових ефектів неможливо використовувати найбільш чутливі і точні вимірювачі поглинутої потужності – калориметричні, терморезистивні, термоелектричні, болометричні. Поглинуту потужність можна оцінити за значенням коефіцієнта відбиття при стабілізованій випромінюваній потужності [2]. Але при нетепловій інтенсивності ЕМХ через неідентичність параметрів каналів прямої та відбитої хвиль корисний сигнал важко виміряти на фоні шумів і завад вимірювальної апаратури.

Авторами запропонований пристрій, що дозволяє досліджувати поглинальну здатність зернопродуктів в НВЧ діапазоні при рівні опромінювання $P_1 \leq 10^{-6}$ Вт/см². Дослідження показали, що результат виміру не залежить від нестабільності параметрів елементів перетворювального тракту. Чутливість пристрою регулюється зміною коефіцієнта підсилення вибіркового підсилювача, а перебудова частоти НВЧ генератора в широкому діапазоні частот дозволяє зареєструвати спектр поглинання зернопродукту при заданому рівні потужності ЕМХ.

Ключові слова: електромагнітні хвилі, надвисокочастотний діапазон, поглинальна здатність.

Література

- [1] Н. Д. Девятков, М. Б. Голант, “Особенности частотно-зависимых биологических эффектов при воздействии электромагнитных излучений”, *Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ*, вып. 12 (348), с. 46-50, 1982.
- [2] В. П. Куценко, Ю. О. Скрипник, Н. Ф. Трегубов, К. Л. Шевченко, О. П. Яненко, *Радиометричний НВЧ контроль властивостей матеріалів*. Донецьк, Україна: Наука і освіта, 2012.

УДК 621.3.087.44

ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ .NET

Баитовий М. Ю., Богомазов С. А.

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

E-mail: maksimbastovoj@gmail.com

Класичні веб-додатки приймають дані від користувачів та зберігають їх на протязі невизначеного часу. Але додатки, що отримують безперервні потоки даних та обробляють їх у реальному часі не можуть використовувати традиційні бази даних, в яких для запису та зчитування даних витрачається багато часу. Прикладом таких додатків є додатки Інтернету речей.

Розроблено демонстраційну систему Інтернету речей, в якій інформація про температуру дистанційно отримується за допомогою одноплатного комп'ютера Raspberry Pi. До нього через інтерфейс GPIO під'єднаний датчик температури. Прилад запрограмований на щосекундну відправку даних показів датчику до веб-сервісу, що діє як концентратор для збору та обробки даних від приладу [1]. Для обробки даних веб-сервіс використовує бібліотеку NEsper, що дозволяє обробляти дані без запису їх на диск.

NEsper – це .NET бібліотека для складної обробки подій. Правила обробки подій описуються за допомогою SQL-подібної мови EPL (Event Processing Language), однак сама логіка роботи NEsper принципово відрізняється від запитів до баз даних. Замість того щоб зберігати події і періодично виконувати запити, NEsper зберігає правила (запити) і пропускає крізь них потік подій. NEsper дозволяє швидко розробляти додатки, що обробляють великий об'єм вхідних повідомлень та подій [2]. Це дозволяє, наприклад, розраховувати середнє значення температури в рухомому часовому вікні для постійного аналізу та повідомлення про критичну ситуацію. Для візуалізації результатів в розробленій системі використовується веб-додаток, розроблений з використанням фреймворку ASP.NET MVC [3]. Для передачі даних між сервером та клієнтом результати на сервері серіалізуються в XML-вигляд, а на клієнті – десеріалізуються.

Використання в додатках Інтернету речей можливостей бібліотеки NEsper дозволило забезпечити поточну обробку та аналіз даних без запису на диск та зменшити часові затримки при обробці даних в системах реального часу, що керуються подіями.

Ключові слова: Інтернет речей, обробка даних.

Література

- [1] Торстен Грєбс, Колин Миллер, Построение Интернета вещей, MSDN Magazine, Март/2012, <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/magazine/hh852591.aspx> (доступ 12 березня 2019).
- [2] Esper <http://www.espertech.com/esper> (доступ 9 січня 2019).
- [3] Адам Фримен, *ASP.NET MVC 5 с примерами на C# 5.0 для профессионалов, 5-е издание*. Москва, Россия: Вильямс, 736 с., 2014.

УДК 621.317.07

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВОЛОГО-ТЕПЛОВОГО СТАНУ РЕЧОВИНИ

¹⁾Василенко М. П., ²⁾Шевченко К. Л.

¹⁾Національний авіаційний університет, Київ, Україна; ²⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: vasylenkom.89@gmail.com, k.shevchenko@kpi.ua

У зволоженій речовині, як відомо, завжди присутні елементарні носії заряду (вільні електрони, іони, дірки). При нагріванні збільшується швидкість їх руху і виникає електричний тепловий шум, пропорційний температурі. Зміна вологості змінює електричний опір речовини, що також призводить до зміни інтенсивності теплового шуму. Тому за інтенсивністю теплового шуму можна оцінювати як температуру речовини, так і її вологість [1].

На основі відомих технічних рішень [2] авторами створена схема контролю волого-теплового стану речовини, структура якої представлена на рис. 1.

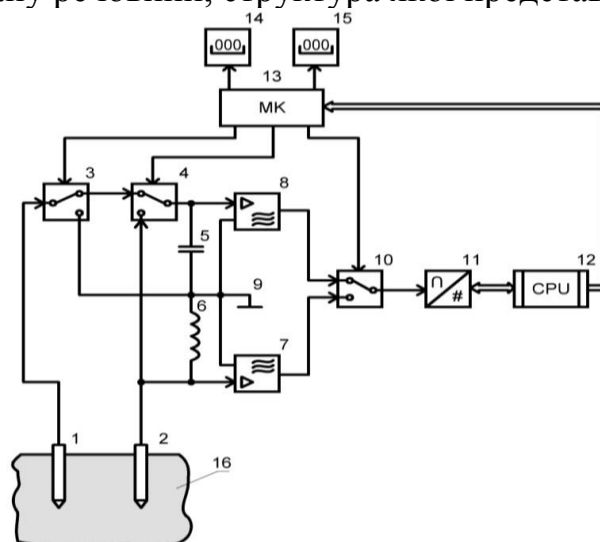


Рис. 1. Структурна схема системи контролю волого-теплового стану речовини

На схемі позначені: 1, 2 – електроди; 3, 4, 10 – автоматичні перемикачі; 7, 8 – широкосмугові підсилювачі; 11 – аналогово-цифровий перетворювач; 12 – сигнальний процесор; 13 – мікроконтролер; 14, 15 – індикатори вологості та температури; 16 – контрольоване середовище.

Запропонована система дозволяє одночасно визначати два параметри контрольованої речовини. При цьому забезпечується взаємна незалежність результатів вимірювання.

Ключові слова: система контролю, волого-тепловий стан, тепловий шум.

Література

- [1] А. В. Саватеев, *Шумовая термометрия*. Ленинград, СССР: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1987.
- [2] Ю. О. Скрипник, М. П. Василенко, Патент України на корисну модель №83108, МПК G01K7/30, Шумовий кореляційний термометр, Бюл. № 16, 27.08.13.

УДК 654.1

ОЦІНКА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПРИ КАЛІБРУВАННІ ОПТИЧНИХ ДЖЕРЕЛ ВИПРОМІНЮВАННЯ

¹⁾Величко О. М., ¹⁾Шевкун С. М., ¹⁾Домбровський М. Г., ²⁾Добролюбова М. В.
¹⁾Державне підприємство «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології сертифікації та захисту прав споживачів» ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ», Київ, Україна; ²⁾ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: velychko@hotmail.com, shevkun@ukrcsm.kiev.ua, m.dombrovskiy@ukr.net, m.dobroliubova@kpi.ua

Джерела оптичного випромінювання (ДОВ) – це засоби виміральної техніки (ЗВТ), які використовуються при монтажі та експлуатації волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) в сучасних телекомунікаційних системах для вимірювання рівня внесених оптичних втрат (загасання) в волокні в діапазоні довжин хвиль від 780 нм до 920 нм, від 1240 нм до 1390 нм і від 1480 нм до 1630 нм. Для цього джерело випромінювання повинно працювати в парі з вимірником оптичної потужності (приймачем), який підключається на протилежному кінці оптоволоконна [1].

Матеріали досліджень розкривають методику калібрування ДОВ з оцінкою невизначеності, рівнянням вимірювання та бюджетом невизначеності. Основним параметром, за яким здійснюється калібрування ДОВ є вихідна оптична потужність. Точність вимірювання вихідної оптичної потужності забезпечує достовірність контролю параметрів та характеристик ВОЛЗ, що, в свою чергу, суттєво впливає на швидкість передачі цифрових даних та якість зв'язку в цілому.

При калібруванні в якості еталону використовується оптичний тестер ОТ-3-1 з оптико-електричним перетворювачем.

При калібруванні по вихідній оптичній потужності модель вимірювання у відносній формі має вигляд [2]:

$$P_{X(OLS)} = P_X + \Delta P_{DXi} + \Delta P_{DOT} + \Delta P_C + \Delta P_{TOT} + \Delta P_{TX} + \Delta P_{SY},$$

де:

$P_{X(OLS)}$ – вихідна оптична потужність ДОВ;

P_X – показ вихідної оптичної потужності ДОВ, вимірної ОТ-3-1;

ΔP_{DXi} – поправка, обумовлена дискретністю дисплея ДОВ;

ΔP_{DOT} – поправка, обумовлена дискретністю ОТ-3-1;

ΔP_C – поправка через розсіювання оптичної потужності у ВОЛЗ та місцях її підключення;

ΔP_{TOT} – поправка, обумовлена температурною залежністю ОТ-3-1;

ΔP_{TX} – поправка, обумовлена температурною залежністю ДОВ;

ΔP_{SY} – поправка на дрейф вимірювання вихідної оптичної потужності ОТ-3-1 моменту останнього калібрування.

Ключові слова: джерело оптичного випромінювання, вихідна оптична потужність, калібрування, оцінка невизначеності

Література

- [1] Е. А. Субботин, *Методы и средства измерения параметров оптических телекоммуникационных систем : уч. пособ.* Москва, Россия: Горячая линия-Телеком, 2016.
- [2] *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: First edition*, Switzerland: ISO, 1993.

UDC 621.472:629.78

**MEASUREMENT SYSTEM IMPLEMENTATION
FOR SEMICONDUCTOR DEVICES PARAMETERS STUDY**

*Zaitsev R. V., Kirichenko M. V., Drozdov A. N., Prokopenko D. S., Khrypunov M.G., Drozdova A.A.
National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, Ukraine
E-mail: zaitsev.poman@gmail.com*

The basic method of semiconductor devices parameters determination is current-voltage characteristics (CVC) measurement and analytical processing. The existing measurement systems for realization of this method are expensive and complex [1], what makes them economically unprofitable in terms of Ukrainian production.

Taking into account the expounded information, we proposed to constructively perform a measuring complex in a prefix to a PC form. It consists of two functional blocks: a control and a measuring one. The control unit provides the conversion of the digital control signal coming from the PC into the analog form with its further supply to the actuating elements to create the required physical conditions for carrying out the experiment. In the measuring unit at the hardware level, the principles of measuring the physical parameters of the test sample have been realized.

The constructive control unit is based on the Atmel ATmega32 serial microcontroller with the firmware similar to the "framework" program type to provide complete control over the processes from the control and data processing program on the PC. The microcontroller is connected consistently (in series) with a 10-bit digital-to-analog converter Analog Devices AD7533, the necessary operational amplifiers, for example, Texas Instruments LM358 and the output keys of the BD238 and BD237 types. This sequence allows to set the voltage in the range of $\pm 12V$ at a current of up to 1A with a minimum step of about 5 mV on the output of the unit. In order to avoid introducing an additional error it was decided to make the measuring unit on the basis of the calibrated measuring devices manufactured industrially (for example of the Mastech MS8040 type), which have a digital output via the RS232C interface. The UART-USB converters connected to them provide for the conversion of the digital signals into a form necessary for further transfer to a PC via the USB interface. To control the processing and storage the results process, a control program was developed and written in C#.Net.

Thus, it can be concluded that the proposed economical CVC measurement system is capable to provide rapid and economical certification of wide electronic

device range, in particular solar cells, with a sufficiently high accuracy. An average measurement error does not exceed 1% by measuring and subsequent analytical research CVC of the studying devices. At the same time, the estimated cost of such a complex does not exceed \$ 200.

Keywords: solar cell, efficiency, measuring parameter, automation

References

- [1] M. Kirichenko, R. Zaitsev, A. Ivanov, D. Lobotenko, “Pulsed LED Illuminator for Carrier Lifetime Investigation” at *International Young Scientists Forum on Applied Physics (YSF)*, Dnepropetrovsk, Ukraine, pp. PECCS-5, October 2015.

УДК 621.383

**СИСТЕМА ПЕРЕДАЧІ РОЗМІРУ ОДИНИЦІ ЗМІННОЇ НАПРУГИ
ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ**

Костелецький Д. В., Туз Ю. М.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

E-mail: kosteletsky@ukr.net, tuz@aer.kpi.ua

Процес передачі розміру одиниці змінної напруги є досить складним завданням, тому що не має фізичного явища, яке б відтворювало середньоквадратичне значення напруги. Для реалізації цього процесу була досліджена система на основі методу термокомпарування. Дана система передбачає використання двох термоелектричних перетворювачів, один з яких використовується в якості опорного.

До складу системи входять: калібратор змінної напруги В1-29, який може видавати напругу до 3 В; широкосмуговий високочастотний підсилювач з коефіцієнтом підсилення 10; нановольтметр НР34420А з розподільчою здатністю 0,1 нВ при найвищій чутливості 1 мВ на 7,5 десяткових розрядів, що дозволяє мати необхідну чутливість при вимірюваннях термоелектрорушійної сили навіть меншої за 1 мВ. Управління системою здійснюється через шину передачі даних IEEE488.2 та створеного програмного забезпечення VoltStandard.

При дослідженні системи використовувались термоперетворювачі на 10 В та на 30 В, які підключені до підсилювача паралельно. Опорною було взято напругу 10 В. Для запобігання перевантаження термопари, з калібратора на підсилювач напруги подається 1 В (після підсилення 10 В) відповідно до номінальної напруги термоперетворювача.

За допомогою калібратора було встановлено діапазон частот (від 1 кГц до 40 МГц), на яких відбувалось вимірювання електрорушійних сил термоелектричних перетворювачів. Після отримання значень електрорушійних сил термоперетворювачів було обраховано похибку повіряемого відносно еталонного за формулою [1]:

$$\gamma_{\Pi}(f_i) - \gamma_E(f_i) = 0.5 \cdot \left[\frac{E_E(f_k)}{E_{\Pi}(f_k)} \cdot \frac{E_{\Pi}(f_i)}{E_E(f_i)} - 1 \right],$$

де $E_E(f_k)$ і $E_{\Pi}(f_k)$ – електрорушійні сили еталонного термоперетворювача та термоперетворювача, що повіряється на частоті калібровки f_k ;

$E_E(f_i)$ і $E_{\Pi}(f_i)$ – електрорушійні сили еталонного термоперетворювача та термоперетворювача, що повіряється на частоті калібровки f_i .

В результаті дослідження було встановлено, що відхилення відносної похибки передачі одиниці змінної напруги було в межах від 0,001 % до 1,50 %. Необхідне коригування частотної характеристики до значень похибки не більше 0,3 %.

Ключові слова: термоперетворювач, електрорушійна сила

Література

- [1] Ю. М. Туз, М. В. Добролюбова, Ю. В. Артюхова, “Похибки та невизначеність еталону одиниці електричної напруги від 0,001 до 1000 В змінного струму в діапазоні частот від 10 Гц до 30 МГц”, *Системи обробки інформації*, № 5, с. 112-115, 2009.

УДК 621.383

ШИРОКОСМУГОВИЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЗМІННОЇ НАПРУГИ

Панченко В. В. Туз Ю. М.

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

E-mail: vladsk.panchenko.97@gmail.com, tuz@aer.kpi.ua

В основі запропонованого перетворювача лежить проста схема перетворення напруги (в нашому випадку це змінна напруга в широкому частотному діапазоні, а саме до 100 МГц), в основі схеми лежить 2 термоперетворювача, підсилювач та високорозрядний АЦП.

Головною задачею даного пристрою є забезпечення отримання на виході максимально лінійної залежності перетворення сигналу змінної напруги в постійну. Такий підхід до вимірювання, а саме перетворення змінної високочастотної напруги в постійну, спрощує процес вимірювання (оскільки виміряти постійну складову набагато простіше). Але через використання термоперетворювачів, їх специфіку і природу, потрібно враховувати ряд проблем для вирішення, щоб подібний перетворювач видавав дійсні значення з високою точністю. Однією таких проблем є нелінійність термопари, яку було вирішено через надання необхідного часу для встановлення постійного значення. Інші фактори, не менш суттєві, - це неоднорідність результатів через перепади температур, механічні напруження, корозії та хімічні процеси на поверхні. Саме для усунення частини цих недоліків використовують спеціальні корпуси, а також методики роботи.[1] Для підсилення сигналу було обрано відповідний підсилювач з мінімальним дрейфом нуля, AD8628, оскільки він

має забезпечити лінійність збільшення напруги максимально точно. Останнім структурним елементом є високорозрядний АЦП (як мінімум 16 розрядів, а бажано 24), оскільки необхідно забезпечити високу точність та чутливість отримання значень. Через те що для процесу перетворення використовуються термопари, які мають досить високий час встановлення, можна обрати будь-який АЦП, що відповідає поставленій задачі, або навіть з більшою розрядністю. Після отримання даних з АЦП вони обробляються мікроконтролером на наявність викидів або неінформативних значень – зроблено це для оптимізації, та збереження ресурсів.

Ключові слова: термоперетворювачі, змінна напруга, постійна напруга, широкосмуговий перетворювач

Література

- [1] Ю. М. Туз, *Структурные методы повышения точности измерительных устройств*. Киев, СССР: Издательское объединение «Вища школа», 1976.
- [2] Ю. М. Туз, А. И. Забарный, Б. Н. Булоусов и др., *Автоматизация проектирования устройств измерительной техники*. Киев, СССР: Выща шк. Головное изд-во, 1988.

УДК 351.821

МІЖКАЛІБРУВАЛЬНІ ІНТЕРВАЛИ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Потоцький І. О.

Державне підприємство «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології сертифікації та захисту прав споживачів»

ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ», Київ, Україна

E-mail: pototskiy@ukrcsm.kiev.ua

Враховуючи те, що визначення терміну «калібрування», наведене у законі [1], відповідає міжнародному [2], а нова редакція національного стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025 [3] передбачає наявність програми калібрування у лабораторіях для підтримання впевненості статусу калібрування засобів вимірювальної техніки (далі – ЗВТ) та обладнання, питання встановлення міжкалібрувальних інтервалів постає досить гостро.

Спільний документ Міжнародної кооперації з акредитації лабораторій (ILAC) та Міжнародної організації законодавчої метрології (OIML) ДСТУ ILAC-G24/OIML D 10 [4] говорить про те, що не розглядають як достатньо надійну систему, що підтримує фіксовані інтервали без коригування. Така норма спонукає випробувальні та калібрувальні лабораторії розробляти критерії, які дозволяли б обґрунтовано змінювати міжкалібрувальні інтервали.

У [5] було запропоновано новий підхід до визначення термінів надання лабораторіями на калібрування власного обладнання, який базується на спільному використанні контрольних карт Шухарта та експоненційно-зважених ковзних середніх (EWMA). Було показано, що, за певних умов, такий підхід дозволяє згладити "промахи" при вимірюваннях і може давати вчасні та достовірні сигнали про необхідність надання обладнання на калібрування.

Подальші дослідження показали, що вимірювальна інформація, оброблена вищезазначеним чином, надалі може бути використана для встановлення чітких критеріїв, якими зможуть керуватись лабораторії для встановлення термінів калібрування власного обладнання. Для цього будуть використані відомі інструменти статистичного аналізу та прогнозування, а саме: апроксимація поліномами, інтерполяція сплайнами, інтегрування, регресійний аналіз тощо.

Ключові слова: калібрування, міжкалібрувальний інтервал, карти Шухарта.

Література

- [1] Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» (Law of Ukraine «On Metrology and Metrological Activity»).
- [2] Міжнародний словник основних і загальних термінів в метрології (International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM-3)).
- [3] ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (DSTU ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories).
- [4] ДСТУ ІLAC-G24/OIML D 10:2013 Метрологія. Настанови щодо визначення міжкалібрувальних інтервалів засобів вимірювальної техніки (DSTU ІLAC-G24/OIML D 10:2013 Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments).
- [5] Є. Т. Володарський, І. О. Потоцький, “Розроблення методів визначення необхідності проведення повторних калібрувань еталонів та засобів вимірювальної техніки”, *Метрологія та прилади*, № 5-1, с. 62 – 67, 2017.

УДК 681.3.06

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ COMPRESSIVE SENSING

Смірнов В. О., Богомазов С. А.

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

E-mail: gnudeb0@gmail.com, sbogmzv@gmail.com

Compressive Sensing – це методика ефективного отримання та відтворення стисненого сигналу за допомогою вирішення невизначених систем лінійних рівнянь. В основі даної методики лежить розріджене кодування (sparse coding) – це процес знаходження розрідженого представлення вхідного сигналу x у певному базисі :

$$x = \sum_{i=1}^k a_i \varphi_i \quad (1)$$

Розрідженим називають таке представлення a , в якому більшість членів дорівнюють нулю. Для сигналів, що відрізняються один від одного за своєю природою та характеристиками, обирають відповідні базиси, які дозволяють найбільш ефективно представляти сигнал певної природи без проміжного одержання всієї вибірки, тобто за меншою кількістю вимірів [1].

Розроблений пристрій на базі мікроконтролера ATMEGA328 виконує вимірювання і бездротову передачу послідовного у часі сигналу пульсу людини. Використовується сигнал від оптичного датчика. При передачі

інформації виконується випадкове перемішування відліків між різними пакетами даних. При втраті пакетів повторна передача не виконується, а в пристрої обробки даних для відновлення втрачених відліків сигналу використовуються алгоритми апроксимації [2]. У такій системі частина обчислювальної роботи перекладається з автономного пристрою на пристрій обробки, який розшифровує та зберігає сигнал у зрозумілому для людини вигляді.

Використання технології Compressive Sensing має широкий потенціал для використання у вбудованих пристроях, які залежать від автономного джерела живлення. Це пов'язано з тим, що зменшення кількості переданих через канали бездротової передачі даних дозволяє подовжити час автономної роботи пристрою.

Ключові слова: Compressive Sensing, обробка даних

Література

- [1] Scholarpedia – the peer-reviewed open-access encyclopedia, [Електронний ресурс]: [Веб-сайт], http://www.scholarpedia.org/article/Sparse_coding – Sparse coding (доступ 9.03.2019).
- [2] Stanford - Unsupervised Feature Learning and Deep Learning, [Електронний ресурс]: [Веб-сайт], http://ufldl.stanford.edu/wiki/index.php/Sparse_Coding – Sparse coding – Ufldl (доступ 10.03.2019).

УДК 621.317

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ЛАБОРАТОРНИХ СТЕНДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПРОГРАМОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Шилін Є. Л., Стаценко О. В.

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

E-mail: zcheckashylin@gmail.com, o.statsenko@kpi.ua

Сучасні інформаційні вимірювальні системи (ІВС) представляють собою сукупність вимірювальних, обчислювальних та інших пристроїв, призначених для отримання вимірної інформації, її перетворення, обробки та передачі у необхідному вигляді для подальшого використання. В загальному випадку ІВС складається з ЕОМ та декількох вимірювальних каналів, кожен з яких містить первинний та вторинний вимірювальні перетворювачі, аналого-цифрові перетворювачі [1]. Досить часто до складу такої системи включають мікроконтролери або мікрокомп'ютери для керування процесом вимірювання та передачі даних до ЕОМ.

Вимоги до підготовки фахівців з метрології та інформаційно-вимірювальної техніки (ІВТ) визначаються стандартом вищої освіти, причому однією з основних компетентностей є здатність проектувати засоби ІВТ та описувати принцип їх роботи. Виходячи зі складу сучасних ІВС, формування у майбутніх фахівців даної компетентності передбачає отримання ними знань та набуття

навичок побудови вимірювальних перетворювачів, організації передачі даних в цифровому вигляді, застосування методів обробки вимірних даних та розробки програмного забезпечення мікроконтролерів.

Найефективнішим підходом для закріплення практичних навичок є виконання лабораторних робіт, які полягають у створенні окремих вимірювальних каналів ІВС, їх налагодженні та дослідженні. Базою для постановки таких лабораторних робіт може бути платформа Arduino [2]. До її складу входять: плати з мікроконтролерами сімейства ATmega, із записаною програмою-завантажувачем, що дозволяє використовувати їх без програматорів; програмного середовища Arduino IDE, яке дозволяє розроблювати та завантажувати програми до контролера та є безкоштовним. Крім того, розробка програмного забезпечення для контролерів може бути здійснена в середовищі Atmel Studio на мові програмування C++ з використанням компілятора AVR GCC.

Ключові слова: інформаційні вимірювальні системи, платформа Arduino.

Література

- [1] Г. Г. Раннев, *Измерительные информационные системы*. Москва, Россия: Изд. центр «Академия», 2010.
- [2] В. А. Петин, *Проекты с использованием контроллера Arduino*. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014.

УДК 621.317

МЕТОД ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНИХ СПЛАЙНІВ В ЗАДАЧАХ ВИМІРЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ

Шумков Ю. С.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: yu.shumkov@gmail.com*

Застосування випробувальних сигналів (ВС) спеціальної форми, які описуються сумами експонент, а також використання перехідних процесів для реалізації вибіркового перетворення дозволяє визначати або контролювати параметри лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами за допомогою відносно простих технічних засобів та забезпечує мінімальний час контролю. Адекватним математичним апаратом дискретного синтезу вказаних сигналів є наближення функцій експоненціальними сплайнами (ЕС) [1].

Такі сплайни можуть бути побудовані на основі функцій, які відповідають реальним сигналам в лінійних електричних колах як реакції на деякий стандартний імпульсний сигнал, тобто є зручними для генерації.

Під методом ЕС в задачах вимірювань розуміємо апроксимацію досліджуваних процесів сплайнами для одержання їх математичної моделі, тобто одержання апроксиманта в аналітичному вигляді, який потім використовується під час обробки вимірювальної інформації. Також безпосередньо генерацію ВС за допомогою фінітних базисних ЕС, де

експоненціальний В-сплайн являє собою реакцію деякого сплайн-апроксимуючого фільтру на одиничний імпульс [2], та перетворення ВС у електричному колі, що досліджується, в уніфікований відгук, який несе інформацію об параметрах кола та є зручним для контролю.

Тобто у другому випадку під методом ЕС розуміємо одержання та перетворення апроксиманта вже у вигляді електричного сигналу, коли умови теореми Котельникова не виконуються, задача дискретного синтезу ВС стає апроксимаційною. При цьому властивості апроксимуючих функцій або апроксиманта впливають на якість відтворення за допомогою електричного сигналу інформації о параметрах кола і відповідно на похибку їх визначення. Розглянуто визначення сплайнів, умови реалізації та приклади використання експоненціальних ВС для контролю параметрів електричних кіл.

Ключові слова: електричне коло, випробувальний сигнал, синтез, експоненціальний сплайн

Література

- [1] Brian J. McCartin, “Theory of Exponential Splines”, *Journal of Approximation Theory*, vol. 66, pp. 1-23, 1991.
- [2] Ю. С. Шумков, “Визначення параметрів електричних кіл із застосуванням випробувальних сигналів спеціальної форми”, *Метрологія та прилади*, № 1 П(45), с. 254-261, 2014.

УДК 621.317

МІНІМІЗАЦІЯ ПОХИБКИ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИМІРЮВАННЯ ІМІТАНСУ ПАРАМЕТРИЧНИХ ДАТЧИКІВ

Шумков Ю. С.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: yu.shumkov@gmail.com*

Для визначення рівня палива в баках літаків (паливо-вимірювальна система літака), використовуються параметричні ємнісні датчики [1]. Основною проблемою є те, що вимірювання дистанційні. Довжина з'єднувальних проводів може досягати декілька метрів, що не дозволяє реалізувати багатозатискачеві схеми підключення датчика до перетворювача «імітанс-напруга» [2]. Також виникає значна похибка перетворення імітансу датчика в напругу із-за шунтуючого впливу ємностей C_k з'єднуючих екранованих проводів (рис. 1).

Модель датчика може бути надана двоелементною схемою заміщення у вигляді паралельного R_x, C_x -двополюсника, де ємність C_x є інформативним параметром. Датчик і з'єднувальні дроти екрановані (на рис. 1 – товста пунктирна лінія). Слід зазначити, що модуль опору датчика, на частотах, на яких проводяться виміри, як правило, значно перевищує активний опір підвідних проводів $|\dot{Z}_x| \gg r_k$.

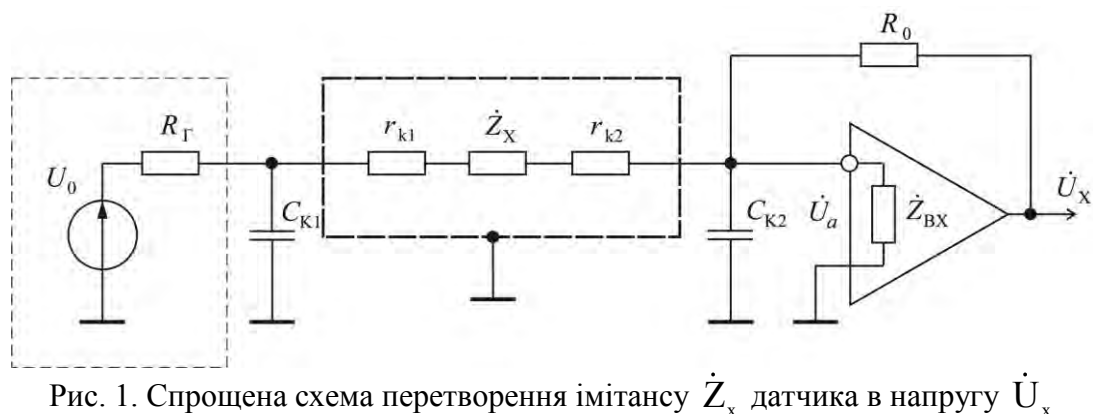


Рис. 1. Спрощена схема перетворення імпедансу \dot{Z}_x датчика в напругу \dot{U}_x

Наведено аналіз амплітудної та фазової похибок перетворення «імпеданс-напруга» через шунтуючий вплив ємності з'єднувальних проводів, а також впливу цих похибок на визначення параметру C_x еквівалентної схеми заміщення датчика. Розглянуто метод мінімізації похибки визначення параметру C_x датчика під час дистанційних вимірювань.

Ключові слова: ємнісний датчик, дистанційні вимірювання, амплітудна похибка, фазова похибка

Література

- [1] В. М. Ванько, Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук, Ю. В. Яцук, *Вимірювальні перетворювачі (сенсори)*. Львів, Україна: Львівська політехніка, 2015.
- [2] Є. В. Походило, “Перетворювачі параметрів імпедансних сенсорів в напругу”, *Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”*, № 420, с. 104–109, 2001.