

СЕКЦІЯ 11

МЕТРОЛОГІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 620.19:53.08

СТРУКТУРА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ КЕРАМІЧНИХ ПАЛИВНИХ КОМІРОК

¹⁾Лисуненко Н.О, ²⁾Мокійчук В. М.

¹⁾ Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАНУ, Київ, Україна;

²⁾ Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: lysunenکو@ukr.net

Керамічна паливна комірка (КПК) є електрохімічним пристроєм, що прямо перетворює хімічну енергію безпосередньо в електричну [1]. Експлуатаційна придатність КПК, є однією з найбільш важливих проблем під час експлуатації батареї КПК. Система контролю повинна виявляти придатність чи непридатність КПК до експлуатації. Рис.1. ілюструє схематичне зображення установки для тестування КПК [2].

Результати вимірювання електричних характеристик (ЕХ) традиційної КПК наведено на рис. 2. Лінійні залежності відображають вольт-амперні характеристики (ВАХ) роботи КПК в залежності від зміни водню в суміші газів H₂-Ar.

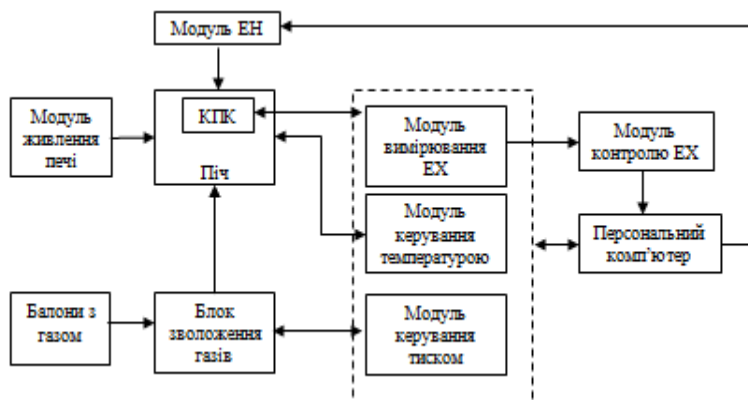


Рис. 1. Блок-схема установки для тестування КПК

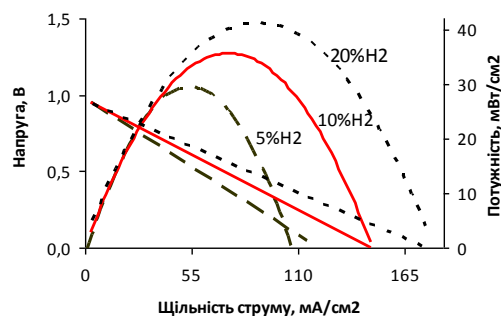


Рис. 2. ВАХ та характеристиксики потужності при температурі 800 °С з різною концентрацією палива

На всіх циклах зміни концентрації палива КПК продемонструвала найкращі показники роботи в 42 мВт·см⁻² при використанні в якості палива 20%H₂-80%Ar.

Ключові слова: керамічна паливна комірка, електричні характеристики,

Література

[1] Fuel Cell Handbook 7th Edition, Morgantown: National Energy Tech. Lab., 2004. - 427 с.

[2] Мокійчук В. М., Лисуненко Н. О. Дослідження вольт-амперної характеристики керамічної паливної комірки. Системи обробки інформації, 2014. Вип. 4, С. 45- 47.

УДК 004.4; 681.2

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ МАШИНИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИМІРЮВАНЬ ВІБРАЦІЇ НА НЕРУХОМИХ ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЇ

Шантір С.В.,

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: s.shantyr@kpi.ua

Сучасні міжнародні стандарти з метою оцінки вібраційного стану конструкцій машин енергогенеруючих станцій побудованих за принципом перетворення теплової енергії в електричну, які на теперішній час є основним джерелом електричної енергії, встановлюють загальні критерії основані на вимірюваннях як значень параметрів вібрації так і значень параметрів їх змін [1]. Існуючі промислові засоби вимірювань та контролю вібрації традиційно використовують в якості параметра широкосмугової вібрації середнє квадратичне значення віброшвидкості (V_{RMS}), що задовольняє критерії основані на вимірюваннях значень параметрів вібрації, але не відповідає критеріям основаним на вимірюваннях значень параметрів їх змін і не завжди може дати прийнятний результат.

Метою роботи є розробка та дослідження алгоритму визначення стану машини за результатами вимірювань вібрації на нерухомих елементах конструкції машини енергогенеруючої станції за критеріями, які основані на вимірюваннях як значень параметрів вібрації так і значень параметрів їх змін.

Відповідно до першого критерію встановлюються межі, числові значення яких, призначені для якісної оцінки вібраційного стану машини і прийняття рішення про необхідні міри. Другий критерій оснований на оцінці зміни значення параметра вібрації у порівнянні з попередньо встановленим еталонним значенням в усталеному режимі роботи машини. Значні зміни (збільшення або зменшення) значення параметра широкосмугової вібрації потребують прийняття мір також в такому випадку, коли у відповідності з першим критерієм межа не досягнута. Такі зміни можуть мати раптовий характер, або поступово наростати. В роботі запропоновано алгоритм, який реалізує перший і другий критерії і використовує значення V_{RMS} параметра широкосмугової вібрації та значення параметрів миттєвої і незворотної зміни V_{RMS} на задану величину від будь якого початкового рівня або поступової зміни значення V_{RMS} за встановлений час.

Виконано комп'ютерне моделювання та дослідження запропонованого алгоритму визначення стану машини. Розроблено апаратні та програмні засоби мікрокомп'ютерного модуля, які реалізують запропонований алгоритм. Виконана атестація та проведена дослідно-промислова експлуатація комплексу розроблених модулів, які мали позитивний результат.

Ключові слова: алгоритм, вимірювання вібрації, роторна машина.

Література

- [1] ISO 10816-1:1998 Mechanical vibration - Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts - Part 1: General guidelines (IDT)

УДК 681.2.087

ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПРИЛАДІВ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ПАРАМЕТРІВ АКУМУЛЯТОРІВ

Прокопченко С.В., Чайковський С.Ю., Воскресенський В.Б.

Український науковий-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз

Служби безпеки України, Київ, Україна

E-mail: lodrins@ukr.net

При експериментальному аналізі акумуляторів сьогодні зазвичай використовують мультиметри-аналізатори з програмуванням режимів заряду-розряду. Застосування даного типу приладів дозволяє проводити аналіз значної статистичної вибірки з мінімальним значенням експериментальної похибки.

Функціональність мультиметра-аналізатора визначають за основними режимами роботи (напруга, струм, пульсації напруги) та додатковими режимами роботи (вимірювання опору та температури акумуляторів, можливість послідовних вимірювань з автоматичним збереженням результатів), а також час повного циклу вимірювань, максимальне значення допустимої похибки, категорія безпеки приладу та його масо-габаритні показники, ергономічність, зручність роботи оператора під час експлуатації.

Мультиметри-аналізатори типу TRISCO IBA-300, LANCOL MICRO-468, FOXWELL BT100, ВАКУ DBT-2012 [1], частина яких представлена на ринку України, обмежені щодо функціональних можливостей заради компактності, ергономічності, меншої собівартості або вузькоспрямованого застосування.

Для ефективної роботи по визначенню характеристик акумуляторів і отриманню відповідних статистичних даних з метою проведення подальшого аналізу можна рекомендувати мультиметр-аналізатор Anbai AT851 Battery Lifetime Meter [2] виробництва Applent Instruments Ltd (рис.1).



Рис. 1. Загальний вигляд мультиметра-аналізатора AT851

Завдяки вбудованому електронному навантаженню в даній моделі додана функція тестування терміну служби, перевірки працездатності, як акумуляторів так і батарей. Крім підтримки інтерфейсів 485, RS232C прилад забезпечує сумісність із стандартним протоколом

SCPI, що робить програму-лічильник більш зручною. Особливу увагу слід приділити можливості AT851 щодо компенсаційного тестування зарядного пристрою та ємнісної перевірки батарей.

Ключові слова: акумулятор, термін служби, мультиметр-аналізатор.

Література

- [1] Cook, D. (2015). Digital Multimeter. Robot Building for Beginners, 31-49. doi:10.1007/978-1-4842-1359-9_4.
- [2] Applent AT851 Battery Ageing Tester (n.d.). Retrieved from tester.co.uk/applent-at851-battery-aging-tester.

УДК 378.096

ВИВЧЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Затока С.А.

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

E-mail: zavertaluk@ukr.net

В доповіді розглянуто імітаційну модель робочого столу лабораторної роботи, рис.1, присвяченої вивченню методів і засобів вимірювання частоти. На робочому столі є п'ять кнопок «Варіанти», «Дослід 1», «Дослід 2», «Дослід 3», «Дослід 4».

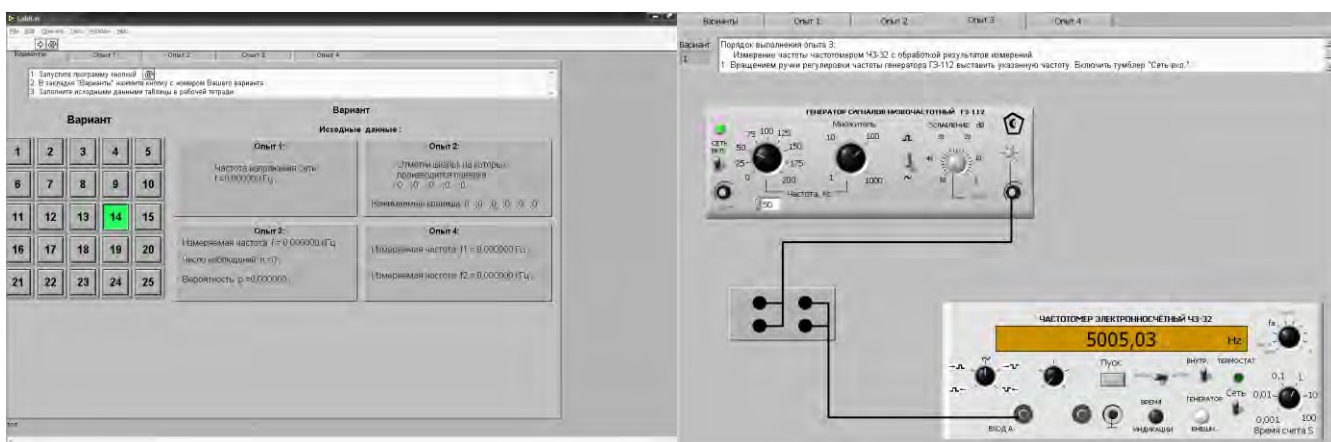


Рис. 1. Вид робочого столу при натисканні кнопки «Варіант»

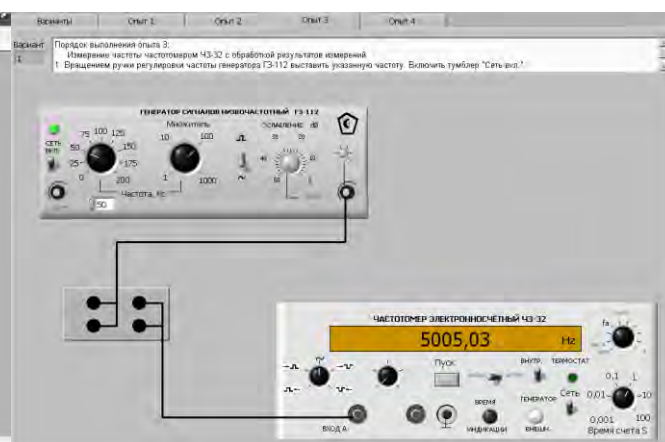


Рис.2. Генератор частоти

Використання пакету Lab VIEW дозволило створити імітаційні моделі реально існуючих приладів: резонансного електромагнітного частотоміру типу В 80, електродинамічного – типу Д506, конденсаторного частотоміру Ф 5043 та електронно-лічильного частотоміру ЧЗ-32, що дозволило студентам ознайомитись з методами роботи з цими приладами, і обчислення їх похибок вимірювання. При виборі номеру дослідів висвічуються моделі схем вимірювання частоти частотомірами методом прямих вимірювань з використанням генератора частоти типу ГЗ-112 – еталонного засобу відтворення частоти, приклад, рис.2.

В кожному досліді отримується результат вимірювання і записується результат з розширеною невизначеністю, виходячи з нормованої похибки кожного частотоміру

Ключові слова: вимірювання, похибка, імітаційна модель, невизначеність.

Література

[1] Орнатский П.П. Автоматические измерительные приборы, Киев, 1980.

УДК 53.08

ЗАСОБИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ЗАКОНОДАВЧО РЕГУЛЬОВАНІ ЗАСОБИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Бистра І.М., Несвідоміна Л.Ю., Мілковська Н.В., Потоцький І.О.

ДП «Укрметртестстандарт», м. Київ, Україна

*E-mail: ibystra@ukrcsm.kiev.ua, milkovska@ukrcsm.kiev.ua, lnesvidomina@ukrcsm.kiev.ua,
pototskiy@ukrcsm.kiev.ua*

Законом [1] та Постановою [2] встановлені вимоги щодо віднесення засобів вимірювальної техніки (далі – ЗВТ) до законодавчо регульованих (далі – ЗР) ЗВТ. Постановою [2] регламентовано перелік категорій ЗР ЗВТ, що підлягають періодичній повірці (всього 80 категорій), та певні види діяльності, що належать до сфери законодавчо регульованої метрології (далі – ЗРМ), регламентованої статтею 3 Закону [1]. Тобто, якщо ЗВТ належить до категорії, визначеної Постановою [2], і результати вимірювань, отримані за допомогою цього ЗВТ, належать до видів діяльності, зазначених в Постанові [2] для цієї категорії ЗВТ, то такий ЗВТ є ЗР ЗВТ. Результати вимірювань, отримані за допомогою ЗР ЗВТ, можуть бути використані у сфері ЗРМ за умови, що для результатів вимірювань відомі відповідні характеристики похибок. Це забезпечується проведенням оцінки відповідності під час введення їх в обіг, надання на ринку та введення в експлуатацію, а також проведенням повірки ЗР ЗВТ, що перебувають в експлуатації.

Сфера ЗРМ не обмежується переліком категорій ЗВТ, зазначених в Постанові [2], а встановлюється сферою застосування результатів вимірювань. Тому до сфери ЗРМ належать також ЗВТ, які відсутні в Постанові [2], проте їх застосування стосується видів діяльності, регламентованих статтею 3 Закону [1], що належать до сфери ЗРМ. Результати вимірювань, отримані за допомогою даних ЗВТ, можуть бути використані у сфері ЗРМ за умови, що для них відомі відповідні невизначеності результатів вимірювань (або характеристики похибок). Це забезпечується калібруванням цих ЗВТ.

До ЗВТ застосування яких не стосується видів діяльності, що належать до сфери ЗРМ, регламентованої статтею 3 Закону [1] (їх застосування знаходиться поза сферою ЗРМ) не застосовується державне регулювання. Проте такі ЗВТ на добровільних засадах можуть проходити оцінку відповідності, повірку та калібрування. Необхідність проведення оцінки відповідності, повірки та калібрування ЗВТ встановлюється виробником, власником або користувачем ЗВТ.

Ключові слова: повірка, калібрування, законодавчо регульовані засоби вимірювальної техніки.

Література

- [1] Закон України “Про метрологію та метрологічну діяльність” від 05.06.2014 р. № 1314-VII;
- [2] Постанова Кабінету Міністрів України від 04.06.2015 р. № 374 “Про затвердження переліку категорій законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці”.

УДК 681.32

ПОБУДОВА БАЗОВОЇ МОДЕЛІ СИГНАЛУ З ЛОКАЛЬНО ЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Єременко В.С., Осінцева М. Б.

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: nau_307@ukr.net, mashaosintseva08@gmail.com

Сигнали складної форми з локально зосередженими параметрами зустрічаються в різних сферах науки і техніки, це медицина, біологія, радіолокація, а також різноманітні системи діагностики. Характерною рисою таких сигналів є те, що інформаційна складова, що несе корисну інформацію про стан досліджуваного об’єкта зосереджена в локальній зоні сигналу і спотворює його форму. Для побудови моделі породження такого сигналу необхідно враховувати не лише зовнішні збурення, які діють на об’єкт діагностики, але і випадкову зміну форми сигналу обумовлену внутрішнім станом досліджуваного об’єкта.

Як базову використаємо математичну модель виду:

$$y(t) = \Phi[y_0(t), \zeta(t)] + h(t), \quad (1)$$

де: $\Phi[y_0(t)]$ – корисний сигнал; $y_0(t)$ – вхідний вплив; $\zeta(t)$ – випадкове збурення, що описує стан об’єкта в заданий момент часу; $h(t)$ – зовнішній шум.

Отже, сигнал (1) є результатом спотворення корисного сигналу внутрішніми і зовнішніми випадковими збуреннями. Припустимо, що внутрішні збурення $\zeta(t)$ приводять до незалежних змін області визначення окремих локальних фрагментів сигналу, а сам корисний сигнал під дією цих збурень лінійно змінюється по амплітуді та тривалості. Тоді процес спотворення якогось i -го фрагмента m -тої реалізації описується операторним перетворенням:

$$y_m^{(i)}(t) = a_m y_0^{(i)} \left[\frac{(t - \tau_m^{(i)})}{b_m^{(i)}} \right],$$

де: a_m , $b_m^{(i)}$ – відповідно випадкові параметри лінійної зміни по амплітуді і часу; $\tau_m^{(i)}$ – зсув по часу. Для m -тої реалізації параметри приймають фіксовані значення: $a_m = 1 + \xi_m$, $b_m^{(i)} = 1 + \delta_m^{(i)}$, $m = 1, 2, \dots$, $i = 1, 2, \dots$, де ξ_m – випадкова величина з нульовим математичним сподіванням, розподілена на інтервалі $[-\xi_0; \xi_0]$, що обмежений фіксованим числом $\xi_0 \in [0, 1)$, $\delta_m^{(i)}$ – послідовність незалежних випадкових величин з нульовим математичним очікуванням, розподілені на інтервалах $[-\Delta_0^{(i)}, \Delta_0^{(i)}]$. Тоді математична модель (1) набуває виду:

$$y_m^{(i)}(t) = (1 + \xi_m) \times y_0^{(i)} \left[\frac{(t - \tau_m^{(i)})}{(1 + \delta_m^{(i)})} \right].$$

Побудована модель породження сигналу з локально зосередженими параметрами дозволяє досліджувати інформаційні сигнали та обґрунтувати вибір алгоритмів їх опрацювання.

Ключові слова: модель, сигнал, локально зосереджені параметри.

УДК 004.4; 681.2

МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО КІХ-ФІЛЬТРУ ЗА КРИТЕРІЄМ МІНІМАКСНОЇ ПОХИБКИ

Шантур С.В.,

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

E-mail: s.shantyr@kpi.ua

Фільтрам з кінцевою імпульсною характеристикою (КІХ), при виборі засобів систем імітаційного моделювання та систем цифрової обробки сигналів, надають перевагу їх властивості - строго лінійна фазова характеристика; можливість побудови, як за рекурсивною, так і некурсивною схемами; КІХ-фільтри, що реалізовані за нерекурсивною схемою, тобто прямою згорткою, завжди стійкі; можливість мінімізації шумів округлення, внаслідок кінцевої розрядної сітки, при арифметичних діях. Оптимальні КІХ-фільтри за заданими критеріями мають велике практичне значення, тому важливою задачею є побудова їх моделей та визначення можливостей та умов використання.

Метою роботи є розробка та дослідження моделі оптимального КІХ-фільтру за критерієм мінімаксної похибки для систем імітаційного моделювання.

В роботі модель оптимального КІХ-фільтру (рис. 1) за критерієм мінімаксної похибки побудована з використанням алгоритму заміни Ремеза на основі узагальненої теореми Чебишева. В загальному вигляді процедура проектування оптимального фільтра виконується в кілька етапів: завдання частотної характеристики, зважуваної функції та довжини імпульсної характеристики; формулювання еквівалентної задачі апроксимації; розв'язання задачі апроксимації з використанням алгоритму багатократної заміни Ремеза; розрахунок імпульсної характеристики фільтра.

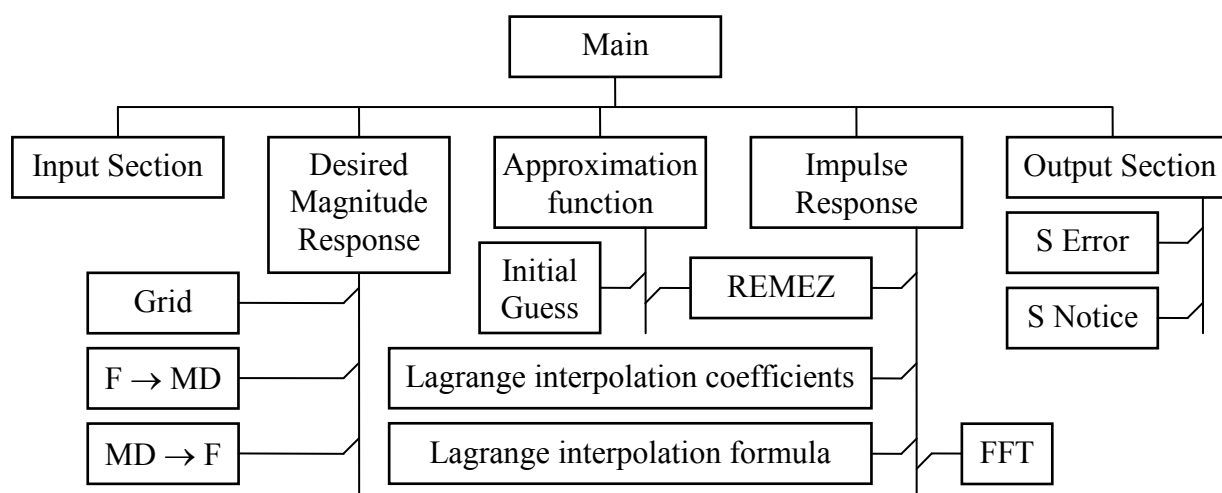


Рис. 1. Структура моделі КІХ-фільтра

Виконано експериментальне дослідження моделі КІХ-фільтра і визначено можливості та умови її використання в системах імітаційного моделювання.

Ключові слова: фільтр, модель, алгоритм, імітаційна модель.

УДК 681.121

КАЛІБРУВАЛЬНА УСТАНОВКА В ДІАПАЗОНІ ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ГАЗУ ДО 7000 м³/год

Сасвич І.Б., Джочко П.Я., Середюк Д.О., Пелікан Ю.Т., Бас О.А.
ДП «Івано-Франківськстандартметрологія», м. Івано-Франківськ, Україна
E-mail: alexandr.sanya@gmail.com

Впродовж 2018 року науковцями науково-дослідної лабораторії ДП «Івано-Франківськстандартметрологія» виконано розширення вимірювальних можливостей еталонної бази в частині забезпечення проведення калібрування засобів вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу в діапазоні об'ємної витрати до 7000 м³/год. Результатом цієї кропіткої праці стало створення єдиного в Україні метрологічного стенду з максимальною об'ємною витратою до 7000 м³/год, який забезпечує метрологічну простежуваність результатів вимірювань одиниці об'єму та об'ємної витрати газу робочими лічильниками газу з умовним діаметром 250 – 300 мм до державного первинного еталону через безперервний ланцюг калібрувань. Розширена невизначеність даної установки становить не більше $U \leq 0,15\%$, що в свою чергу забезпечує надання метрологічних послуг з калібрування, повірки та випробування лічильників газу, які експлуатуються в газотранспортній та газорозподільчій системі з найвищою в Україні точністю.

Робота установки побудована з використанням методу сумування або ж накопичення значення об'ємної витрати газу, шляхом застосування в складі установки наборів спеціалізованих еталонних лічильників, кожен з яких отримує одиницю об'єму та об'ємної витрати газу безпосередньо від державного первинного еталона ДЕГУ 03-01-15 або від набору еталонних лічильників, які в свою чергу також працюють паралельно для отримання необхідного значення об'ємної витрати газу. В склад установки входять дев'ять еталонних лічильників газу.

Градувальна характеристика кожного еталонного лічильника апроксимується поліномом другого порядку виду:

$$\delta_N(q) = A_{-2}q^{-2} + A_{-1}q^{-1} + A_0 + A_1q^1 + A_2q^2 \quad (1)$$

де A_i - коефіцієнти апроксимаційного полінома, які визначаються за результатами калібрування; q - об'ємна витрата.

Сумарна об'ємна витрата калібрувальної установки приведена до стандартних умов розраховується за формулою:

$$q_{\Sigma} = \sum_i^n \left(\frac{V_{N,i}}{1 + \frac{\delta_{N,i}}{100}} \cdot \frac{P_{N,i} \cdot 293,15}{T_{N,i} \cdot 101,325} \right), \quad (2)$$

де: V_N - об'єм вимірянний i -им еталонним лічильником;

P_N - абсолютне значення тиску на i -му еталонному лічильнику;

T_N - значення температури на i -му еталонному лічильнику.

Ключові слова: лічильник, калібрування, повірка.

УДК 303.714, УДК 681.5.01

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ

Шведова В.В.

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

E-mail: shvedova_viktoriya@ukr.net

Система автоматизованого тестування (САТ) є ефективним засобом перевірки знань та умінь студентів за умови забезпечення розробниками системи вимог до її якості. Визначення базових показників якості САТ, таких як надійність тестів, валідність, трудність та розрізняльна здатність тестових завдань здійснюється на етапі пілотного дослідження системи та уточнюється під час її експлуатації.

Оцінювання показників якості САТ, що використовуються для контролю знань із предметів за спеціальністю, під час пілотного експерименту вважаємо доцільним проводити в рамках класичної теорії обробки результатів тестування, оскільки ефективне використання репрезентативної теорії можливо лише при великих об'ємах вибірки опитуваних, які в десятки разів перевищують об'єм вибірки завдань тесту [1].

Оцінювання показників якості завдань тесту (ЗТ) та процедури тестування проводиться за наступними метриками [2]: оцінювання показника надійності процедури тестування здійснюється за допомогою метрик Спірмена-Брауна та Кьюдера-Річардсога; оцінювання надійності ЗТ - за усередненим коефіцієнтом ϕ_i ; оцінювання валідності ЗТ - за коефіцієнтом рангової бісеріальної кореляції, оцінювання розрізняльної ЗТ тесту - за коефіцієнтом Юла, оцінювання трудності ЗТ – за рівень виконання завдання в контрольній групі опитуваних.

Для кожного показника на основі експериментальних даних (результатів тестування) розраховується його значення та пов'язана з ним невизначеність отриманих оцінок [3]. Порівняння із заздалегідь встановленими нормами на показники дозволяє скорегувати тестовий простір САТ.

Ключові слова: система автоматизованого тестування, показники якості.

Література

- [1] Ю. М. Нейман, В. А. Хлебников, *Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов*. Москва, 2000.
- [2] В. В. Шведова, “Оцінювання показників якості тестового простору комп'ютеризованої системи тестування з малими контингентами опитуваних під час пілотного експерименту”, *Системи управління, навігації та зв'язку*, Вип. 4 (32), с. 100 – 108, 2014.

- [3] В. Шведова, “Невизначеність оцінювання розрізняльної здатності тестового простору комп’ютеризованої системи тестування”, *Науково-технічний збірник «Інформаційні системи, механіка та керування»*, Вип. 18, с. 20-28, 2018.

УДК 681.2

СПОСОБИ ЗМЕНШЕННЯ НЕЧІТКОСТІ ФУНКЦІЙ ПРИНАЛЕЖНОСТІ ТЕРМ-МНОЖИНИ ШКАЛИ З ЛІНГВІСТИЧНОЮ ЗМІННОЮ

Яремчук Н. А., Коваль К. А.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна*

E-mail: katerina7koval@gmail.com

В інтелектуальних вимірювальних системах результати вимірювань використовуються при нечітких виведеннях і нечітких обчисленнях. Тому в таких системах має місце поліморфізм, тобто відображення вимірювальних властивостей декількома шкалами, а саме метричною шкалою і шкалою з нечіткою лінгвістичною змінною (ЛЗ).

При відтворенні шкали з ЛЗ спочатку визначається кількість термів і їх чіткі границі у відповідності з існуючими рекомендаціями, настановами, нормативними документами, тощо. Після цього аналізуються складові невизначеності, що супроводжують результати вимірювання за метричною шкалою і ті, що пов’язані з визначенням термів ЛЗ. Можна навести шкалу вимірювання артеріального тиску (АТ), за якої встановлено 11 термів ЛЗ з областю визначення кожного від 10 до 20 мм рт. ст. Але якщо врахувати інструментальну невизначеність вимірювання АТ, нестабільність АТ і такі впливні фактори, як вік, стать, то індекс нечіткості окремих функцій приналежності (ФП) термів ЛЗ стає занадто великим. Зменшити індекс нечіткості до певної межі можна за рахунок збільшення бази правил. Але при цьому необхідно знайти компроміс між критеріями точності при побудові шкали і критеріями компактності бази правил [1]. Тому, при реалізації способів зменшення нечіткості ФП терм-множини шкали з ЛЗ треба виходити з такої послідовності встановлення шкали. Виходячи з інструментальної невизначеності вимірювання за метричною шкалою і враховуючи нестабільність вимірюваного параметра за інформаційним критерієм точності обирають максимальну кількість термів ЛЗ і відповідно кількість антецедентів в базі правил. Границі термів може бути змінено без порушення семантичної цілісності області визначення ЛЗ.

Далі аналізують вплив окремих факторів на нечіткість ФП термів ЛЗ і вирішують питання про їх можливе розбиття за рахунок збільшення бази знань. При проектуванні системи може бути виділено 3 вікових групи при внеску в загальну невизначеність $\pm 2,5$ мм рт. ст. Таким чином, на рівні бази правил та на рівні ФП термів ЛЗ можуть бути реалізовані способи зменшення шкали з ЛЗ.

Ключові слова: лінгвістична змінна, нечіткість шкали.

Література

- [1] С. Штовба, О. Штовба, О. Панкевич, «Критерії точності та компактності для оцінювання якості нечітких баз знань у задачах ідентифікації», *Наукові праці ВНТУ*, №4, 2012.

УДК 681.32

**СТАНДАРТНІ ЗРАЗКИ ПИТОМОЇ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ
АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ**

¹⁾ Єременко В.С., ¹⁾ Мокійчук В.М., ²⁾ Редько О.О.

¹⁾ Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна

²⁾ Національний авіаційний університет, Київ, Україна

E-mail: nau_307@ukr.net, uncertainty@ukr.net

Актуальність створення комплекту стандартних зразків питомої електропровідності палив зумовлена необхідністю забезпечення єдності, простежуваності та достовірності результатів вимірювань (випробувань) у акредитованих лабораторіях. Крім того, стандартні зразки використовуються при оцінюванні придатності методики вимірювання (випробування), перевірці кваліфікації лабораторії, проведенні проміжних перевірянь устаткування та внутрішньолабораторного контролю якості на всьому діапазоні вимірювань, що передбачений методикою.

Для доведення можливості виготовлення стандартних зразків зі спеціально підготовленого авіаційного палива без присадок по типу «УЭП АТ-1» у інтервалі значень атестованої характеристики від 1 до 50 пСм/м та реактивного палива з антистатичною присадкою зі значеннями атестованої характеристики у діапазоні від 25 пСм/м до 650 пСм/м були проведені дослідження їх метрологічних характеристик, які визначаються невизначеністю характеристикації та невизначеностями, обумовленими неоднорідністю та нестабільністю досліджуваних зразків.

Оцінювання характеристик неоднорідності та нестабільності ґрунтується на статистичному опрацюванні даних, отриманих при дослідженні 20 зразків. Неоднорідність досліджувалася за допомогою дисперсійного аналізу: загальна дисперсія склала 1,502, факторна – 0,317, залишкова – 1,185. Стандартне відхилення неоднорідності зразків (корінь з факторної дисперсії) склало 0,56 пСм/м, що менше за СКВ повторюваності ($5/2,77=1,8$ пСм/м) у три рази, що підтверджує їх однорідність. Для перевіряння стабільності, ті ж зразки були випробувані через шість місяців. Стабільність оцінювалась із застосуванням критеріїв Фішера та Стьюдента. Так, значення статистики критерію Фішера склало 1,05, що менше граничного значення для 2,17 ($\alpha=0,05$), що свідчить про збереження однорідності зразків. Отримане значення статистики критерію Стьюдента -1,35 менше граничного значення для 2,33 ($\alpha=0,05$), що підтверджує

стабільність зразків. Таким чином, досліджувані зразки можуть використовуватись не тільки як внутрішньолабораторні зразки, але і як зразки стандартних сертифікованих матеріалів, зокрема як стандартні зразки для проведення міжлабораторних порівнянь.

Ключові слова: стандартні зразки, авіаційні палива, електропровідність.

УДК 004.932.75, 004.4'236, 004.942

СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЦИФР І ЛІТЕР НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО МЕТОДУ

Пахальчук О.В.

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

E-mail: oleg.pahalchuk@gmail.com

В сфері регулювання дорожнього транспорту і на пунктах зважування вантажівок часто застосовують системи розпізнавання номерних знаків. Для початку, щоб реалізувати таку систему, необхідно розробити систему, яка здатна розпізнавати окремо цифри і літери. Для цього було обрано нейромережвий метод розпізнавання.

Загальна структура розробленої нейромережі зображена на рис.1.

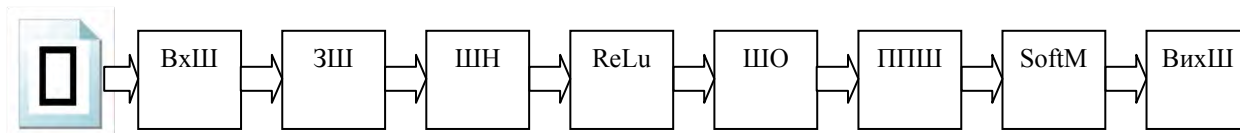


Рис. 1. Загальна структурна схема розробленої нейромережі
ВхШ – вхідний шар, ЗШ – згортковий шар, ШН – шар нормалізації, ШО – шар об’єднання, ППШ – повністю підключений шар, ВихШ – вихідний шар.

Разглянемо функції кожного шару. ВхШ - це шар, де задається розмір зображення, який в даному випадку становить 28X28. Ці числа відповідають висоті і ширині [1].

ШН - нормалізує активації і градієнти, що поширюються через мережу, роблячи мережеве навчання легшою проблемою оптимізації. Такі шари використовуються часто між згортковими і нелінійними шарами, наприклад ReLU, для прискорення навчання мережі і зменшення чутливості до ініціалізації мережі.

ШО - зменшує просторовий розмір карти об’єктів і видаляє надлишкову просторову інформацію. Також дозволяє збільшити кількість фільтрів у більш глибоких згорткових шарах без збільшення необхідного обсягу обчислень на один шар.

ППШ - це шар, в якому нейрони з'єднуються з усіма нейронами попереднього шару. Цей шар поєднує в собі всі функції, вивчені попередніми шарами по всьому зображенню, для ідентифікації більших шаблонів.

SoftM - нормалізує вихід повністю з'єданого шару. Вихід цього шару складається з позитивних чисел, які дорівнюють одному і потім можуть бути використані в якості ймовірностей класифікації вихідним шаром.

ВихШ - використовує ймовірності, що повертаються функцією активації SoftM шару для кожного входу, щоб призначити вхід одному з взаємовиключних класів і обчислити втрати.

Ключові слова: розпізнавання, цифри, літери, нейромережа.

Література

- [1] Create Simple Deep Learning Network for Classification – Режим доступу: <https://www.mathworks.com/help/deeplearning/examples/create-simple-deep-learning-network-for-classification.html> – 20.03.2019.