

МЕТОДИ ТА ПРИЛАДИ КОНТРОЛЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

УДК 621.307.13

ТЕЛЕВІЗІЙНІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ – СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ

© Порєв В.А., 2005

НТУУ „Київський політехнічний інститут”

Показано, що істотне підвищення ефективності телевізійних інформаційно-вимірювальних систем можливе тільки за рахунок вдосконалення методології їх застосування та підвищення точності визначення основних характеристик. Визначені умови, за дотримання яких потенційні переваги телевізійної системотехніки (обсяг та час формування виборки, малі розміри елемента розкладу зображення) повністю трансформуються в характеристики засобів вимірювання

Відомо, що технічний рівень суспільства визначається не тільки наявністю досконалих технологій отримання нових речовин, матеріалів та виробів, але й відповідних методів і засобів контролю цих технологій. Останнім часом в технологічно розвинених країнах значного поширення набули комп'ютеризовані телевізійні інформаційно-вимірювальні системи (ТІВС), за допомогою яких інформація про структуру, стан та властивості об'єктів різної природи, яка міститься в їх випроміненні, перетворюється в зображення та аналізується [1]. При цьому зображення може існувати у вигляді розподілу освітленості (яскравості), отриманої виборкою відліків з прив'язкою до координат світлоелектричного перетворювача (СЕП), сукупності електричних сигналів чи матриці цифрових кодів. Значення відліків характеризують освітленість елемента розкладу (піксела), а їх координати визначають геометричні характеристики зображення. Загальна методика застосування ТІВС полягає в формуванні зображення, перетворенні його в цифровий код та використанні алгоритмів, які забезпечують необхідну точність вимірювання енергетичних і геометричних параметрів.

ТІВС надають унікальну можливість провадити вимірювання геометричних, динамічних та енергетичних параметрів об'єктів в реальному масштабі часу з високим просторовим розрізненням шляхом аналізу як власного випромінення, так і того, що відбулося або пройшло через об'єкт. На базі телевізійної системотехніки виникли

відеомікроскопія та телевізійна пірометрія [2], без яких досягнення багатьох галузей науки і техніки були б значно скромнішими. ТІВС широко використовуються для охорони об'єктів, в наукових дослідженнях, в промислових технологіях, в екології, в медичній діагностиці, в астрономії та в космічному матеріалознавстві, на транспорті, у криміналістичній експертизі, в біотехнології, у мікроелектроніці, у військовій справі тощо.

Однак треба відзначити, що, незважаючи на значні досягнення, потенційні можливості ТІВС до кінця не вичерпані, головним чином, внаслідок недосконалості методології їх використання для вимірювання геометричних, а особливо енергетичних параметрів об'єктів. А це є причиною того, що в уявленні значної кількості фахівців, зокрема, вітчизняних, які займаються проблемами інформаційно-вимірювальної техніки, існує певний розрив на шляху між розумінням потенційних можливостей ТІВС та підходом до їх реалізації у вигляді технічних засобів із заданими характеристиками.

Отже, з одного боку, у всьому світі, в т.ч. в Україні, зростає попит на інформаційно-вимірювальні прилади з характеристиками, які можуть бути забезпечені тільки телевізійною системотехнікою. З іншого – внаслідок дуже поширеного на сьогодні спрощеного підходу до використання ТІВС, їх можливості реалізуються не в повному обсязі.

Метою даного дослідження є визначення умов, за дотримання яких потенційні переваги телевізійної

системотехніки (обсяг та час формування виборки, малі розміри елемента розкладу зображення) повністю трансформуються в характеристики ТІВС.

Елементна база телевізійної системотехніки на сьогодні має практично однакові параметри в усіх розвинених країнах, а технологія виробництва телевізійних систем досягла високого рівня і намітилась тенденція до стабілізації. Отже, істотне підвищення ефективності ТІВС можливе тільки на шляху вдосконалення методології застосування та підвищення точності визначення тих характеристик, які не паспортизируються виробниками телевізійних

камер, але є важливими з точки зору їх використання як засобів вимірювання.

Свого часу в роботі [3] нами було звернено увагу на необхідність виваженого підходу до концептуальних питань застосування ТІВС. Виконані в подальшому теоретичні та практичні дослідження дозволили визначити першочергові напрями вдосконалення методології застосування ТІВС, тобто, сформулювати умови (рис.1), за дотримання яких відзначені вище потенційні переваги телевізійної системотехніки більш повно трансформуються в характеристики ТІВС [4].

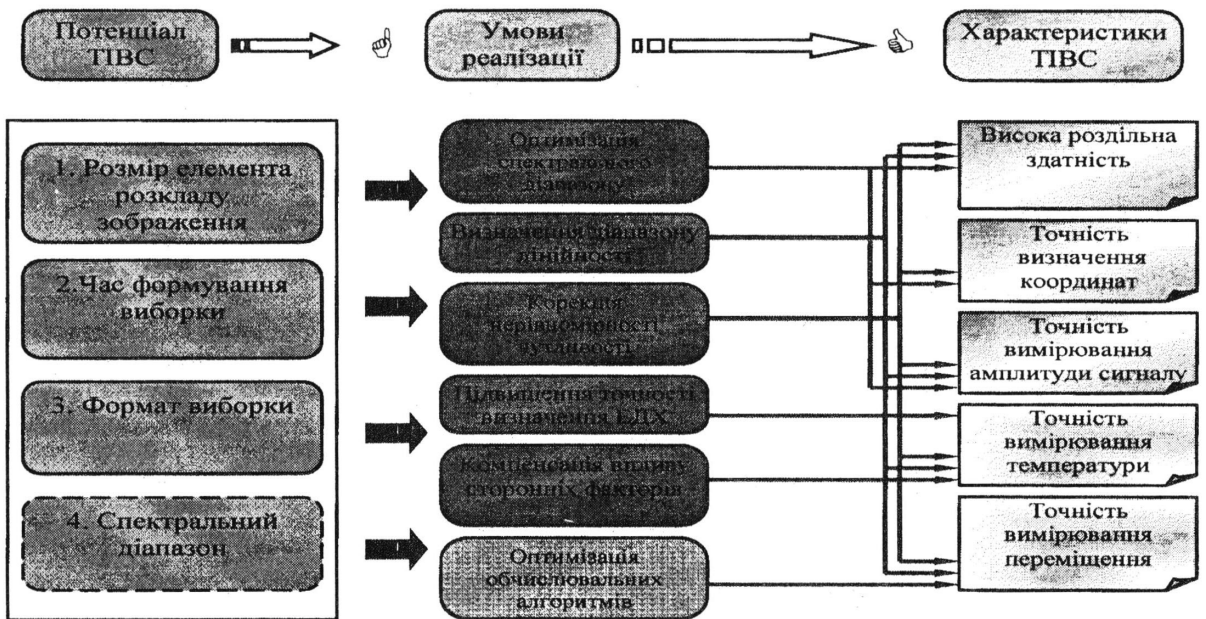


Рис. 1. Умови реалізації потенційних переваг телевізійної системотехніки

По-перше, з точки зору наукових та технологічних досліджень ТІВС викликає особливу цікавість як технічний засіб з потенційно високим просторовим розрізненням. Але при використанні ТІВС для вимірювання геометричних параметрів можливі значні розходження в методиках оцінки роздільної здатності ТІВС взагалі та в методиках оцінки потенційних можливостей ТІВС при вирішенні конкретних задач. В більшості випадків приймають, що лінійне розрізнення ТІВС визначається розміром пікселя. При цьому розміри пікселя визначаються типом СЕП і можуть бути в діапазоні від одиниць до десятків мікрон. Ця обставина разом з малою тривалістю формування сигналу всієї матриці є принциповою особливістю ТІВС, яка вже зараз відкриває перед ними широкі перспективи впровадження в наукові дослідження та в технологічну практику. В той же час існує клас задач, наприклад, вимірювання розмірів або зміщення об'єкту від заданого положення, коли

необхідно визначати координати меж з більшою точністю. Виконані нами дослідження показали, що точність визначення координати межі зображення можна значно збільшити за рахунок спеціальної методики формування вимірювального сигналу. Суть методики полягає в реалізації алгоритма, який базується на визначенні співвідношення між сигналами, зформованими двома масивами пікселів в межах лінійного чи прямокутного маркера. Розміри маркера та його положення на зображенні об'єкта вибираються таким чином, щоб в середині маркера знаходились межа зображення та примикаючі до неї з протилежних сторін фрагменти. Експериментальні дослідження підтвердили ефективність даної методики. Зокрема, використання методики дозволило втричі збільшити точність вимірювання геометричних параметрів зони розплаву в технології безтигельної зонної плавки [5]. Відзначимо, що ця методика знайшла застосування також в задачі вимірювання геометричних параметрів при малих

контрастах телевізійних зображень [6].

По-друге, сьогодні практично повністю вичерпали свої можливості існуючі методи корекції нерівномірності чутливості СЕП, що особливо негативно позначається на точності вимірювання енергетичних параметрів. Тому важливим результатом слід вважати експериментальне підтвердження гіпотези про те, що перехід до тривимірної матриці корекції замість загальноприйнятої двовимірної дозволить підвищити точнісні характеристики ТІВС [7,8].

По-третє, зростання вимог до точності вимірювань енергетичних характеристик власного випромінювання вимагає подальшого вдосконалення підходу до експериментального визначення такої важливої характеристики ТІВС, як ефективна довжина хвилі (ЕДХ). Справа в тому, що її значення можуть бути різними для різних ділянок СЕП або навіть для окремих пікселів [9]. А це, в свою чергу, може привести до додаткових похибок вимірювання температури, особливо якщо зображення об'єкту займає значну частину мішені СЕП. Зауважимо, що для традиційних пірометричних засобів ця вимога несуттєва, оскільки вони оперують середнім значенням яскравості в межах фрагменту зображення значних розмірів. В цілому, підвищення точності визначення ЕДХ разом із вдосконаленням методики корекції нерівномірності чутливості та оптимізацією спектрального діапазону дозволяє зменшити похибку вимірювання температури поверхні за допомогою ТІВС до 3К [10], що на сьогодні є визначним досягненням пірометрії.

До сукупності актуальних задач, спрямованих на вдосконалення методології застосування ТІВС, віднесемо також експериментальне дослідження їх робочого температурного діапазону [11], в ході якого для нижньої межі було отримано значення, рівне 555К. Це питання є найменш вивченим на сьогодні, оскільки виробники передавальних телевізійних камер, як правило, такої інформації не мають, а значення, що приводяться в наукових публікаціях, присвячених розробкам та застосуванню ТІВС, відносяться до приладів на основі передавальних телевізійних трубок [12], які поступаються приладам із зарядовим зв'язком за всіма характеристиками і сьогодні практично не застосовуються. Відсутність достовірної інформації з цього питання перешкоджала впровадженню ТІВС у технологічних процесів, наприклад, таких, як наплення у вакуумній камері або очищення органічних сполук методом зонної плавки, що проводяться при температурах нижче 1000 К.

На нашу думку, відзначені питання мають принциповий характер і вимагають перегляду усталених підходів до використання ТІВС - від

уточнення переліку задач до нових вимог щодо забезпечення адекватності технічних засобів.

Врахування сформульованих вище умов дозволить розширити межі застосування ТІВС та підвищити точність вимірювання параметрів різноманітних об'єктів, отже, повніше реалізувати потенційні можливості найбільш перспективного класу вимірювальних засобів.

В плані подальших розвідок в цьому напрямку доцільно зосередити зусилля на тих питаннях, в яких вітчизняні фахівці займають провідні позиції. Це, зокрема, впровадження ТІВС у високі технології, в тому числі в космічні [13], дослідження концептуальних питань їх використання при вирішенні типових задач та розробка нових підходів до програмного забезпечення ТІВС.

1. Горелик С.Л., Кац Б.М., Киврин В.И. Телевизионные измерительные системы.—М.:Связь, 1980. 168 С.
2. Порев В.А. Телевизионная пирометрия // Техническая диагностика и неразрушающий контроль.—2002.—№ 4.—С.36.
3. Порев Г.В., Порев В.А. Концептуальні аспекти використання приладів з електронним розгортанням зображення для аналізу оптичних полів // Наукові вісті НТУУ "КПІ".—2001, №1.—С.56.
4. Порев В.А. Телевизионные информационно-диагностические системы в неразрушающем контроле // Тези доповіді конференції "Современные методы и средства НК и ТД".—Ялта: УИЦ.—2003.—С.138-139.
5. Згуровський Г.М., Порев Г.В. Вимірювання температури зони розплаву в електронно-променевої технології безтигельної зонної плавки // Наукові вісті НТУУ "КПІ".—2003.—№ 3.—С.93-97.
6. Порев Г.В., Кісіль Р.І. Вимірювання геометричних розмірів обертової краплі за допомогою телевізійної системи контролю // Методи та прилади контролю якості.—2000.—№ 5—С.87.
7. Порев Г.В. Підвищення точності телевізійних засобів вимірювання температури поверхні зони плавки // Методи та прилади контролю якості.—2002.—№9.—С.39-41.
8. Якименко Ю.І., Порев В.А., Порев Г.В. Вдосконалення методів і засобів вимірювання параметрів електронно-променевої безтигельної зонної плавки // Методи та прилади контролю якості.—2003.—№11.—С.71-77.
9. Порев В.А., Порев Г.В., Тавальбех Ф.М. Визначення ефективної довжини хвилі телевізійних засобів контролю температурних полів // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.—1997.—№ 2.—С.194-197.
10. Порев В.А., Порев Г.В. Оцінка точності вимірювання параметрів зони розплаву // Методи та прилади контролю якості.—2004.—№11.—С.39-41.
11. Порев В.А., Порев Г.В.

Экспериментальное определение температурного диапазона телевизионного пирометра // *Оптический журнал.* - 2004. - том 71, №1. - С.70. 12. Гайдукевич Ю.Ч., Домарёнок Н.И., Достанко А.П. и др. Тепловизионная пирометрическая система // *Электронная промышленность.*—1987.—№ 3.— С.59-62. 13. Порев В.А., Аснис Ю.А., Заболотин С.П.,

Згуровський Г.М. Перспективи застосування телевізійної пірометрії в космічних експериментах в рамках проекту „Технологія” // *Тези доповіді Третьої Української конференції з перспективних космічних досліджень.*—Кацівели: НКАУ.—2003.— С.50.

УДК 621.3.027.3.001.5

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ГУДА-ТОМАСА ТА ВИНОГРАДА ДЛЯ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМУ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА НЕСИНУСОЇДНОСТІ ЗМІННОЇ НАПРУГИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

©Буняк О., Тиш А., Микулик П., 2005

Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя

З метою пошуку оптимального алгоритму для визначення якісних показників електроенергії запропоновано методи Гуда-Томаса та Винограда. Дослідження проводились на вихідному сигналі тиристорного перетворювача

Науково-технічний прогрес неможливий без збільшення споживання електричної енергії, що в свою чергу породжує актуальну проблему зменшення втрат електроенергії в електричних мережах та на підприємствах. Поряд з тим, не менш важливою проблемою є забезпечення якісних показників електроенергії (ЯПЕ) на шляху від її виробництва до споживання [1]. Параметри якості електроенергії характеризують ступінь їх відповідності встановленим нормами ГОСТу 13109–97 значень [2]. За кордоном якість електроенергії регламентується іншими стандартами, наприклад, країни європейської спільноти користуються стандартом EN 50.006. Окрім того, кожна країна якість електроенергії додатково регламентує своїми стандартами: Німеччина — VDE 0160, США — AIEE [3] тощо.

Згідно з класифікаційною ознакою – часовим розподілом – серед ЯПЕ можна виділити статичні та динамічні показники [4]. До статичних показників відноситься один із основних параметрів – несинусоїдність змінної напруги електричної енергії мережі, яка регламентується коефіцієнтами спотворення синусоїдності кривої напруги та k -ї гармонічної складової [4]. Несинусоїдність форми кривих струмів та напруг в електричних мережах породжується потужними перетворювальними установками і супроводжується істотними техніко-економічними втратами, визначення яких є складною задачею. Значення та характер цих втрат

залежать від багатьох факторів. Вищі гармоніки негативно впливають на різні елементи електричних мереж та їх споживачів, у першу чергу на режими їх роботи: збільшуються втрати електричної енергії та активної потужності генераторів та електродвигунів, значно погіршується тепловий режим роботи обладнання, прискорюється процес старіння ізоляції, створюються сприятливі умови для появи резонансних явищ в електричних мережах, нестійкості системи захисту електрообладнання та автоматики [3].

Тому дослідження методів контролю визначення параметрів несинусоїдності напруги в мережі є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень засвідчив, що для розв'язання даної задачі в основному використовуються три підходи. Перший із них проводиться на основі періодичних вимірювань напруги мережі з наступною статистичною обробкою отриманих даних [3, 4].

Другий метод ґрунтується на роздільному формуванні стабільної системи (наприклад, трифазної) номінальних напруг і системи із заданими значеннями параметра ЯПЕ з подальшим їхнім підсумовуванням [5].

Алгоритми, запропоновані авторами, базуються на використанні дискретної трансформації швидкого перетворення Фур'є і, конкретно, на визначенні енергетичної спектральної щільності, яка є, на переконання авторів, інваріантним ядром для