

А. М. Лимаренко // Пр. Одес. політехн. ун-ту. – Одеса, 2013. Вып.2(41). – С. 27 – 31.

Науково-виробничий журнал Проблеми техніки – Одеса 2009. – С. 114 – 123.

7. Оробей В. Ф. Расчет арок на устойчивость методом граничных элементов / В. Ф. Оробей, А. Ф. Дашенко, А. М. Лимаренко. Одеський національний морський університет, Хмельницький національний університет,

Надійшла до редакції 24.10.2015

Рецензент: д.т.н., проф. Усов А. В., Одеський національний політехнічний університет, г. Одеса.

В. Ф. Оробей, д.т.н., А. Ф. Дашенко, д.т.н., Л. В. Коломиец, д.т.н., А. М. Лимаренко, к.т.н.

МЕТОД ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ЗАДАЧАХ СТІЙКОСТІ ПЛОСКОЇ ФОРМИ ВИГИНУ БАЛОК ПРЯМОКУТНОГО ПЕРЕРІЗУ

Представлено алгоритм розв'язання задач стійкості плоскої форми вигину балок прямокутного перерізу (тонкої смуги) за допомогою чисельно-аналітичного варіанта методу граничних елементів. Метою роботи є побудова нових рішень диференціальних рівнянь задач стійкості. Балки з перерізами у вигляді вузької смуги мають більш високу міцність і жорсткість, однак, при поперечному навантаженні, виникає небезпека втрати стійкості плоскої форми вигину. У цьому випадку балка додатково згинається в іншій площині і закручується. Виникає згинально-крутильна форма втрати стійкості, при якій з'являються великі переміщення і може настати руйнування конструкції. Теорія вирішення подібних завдань потребує розвитку, тому існуючі результати вельми складно поширити на нерозрізні балки і рами. Метод граничних елементів дозволяє істотно спростити процес рішення, підвищити точність і достовірність результатів і поширити отримані рішення на більш складні конструкції, ніж просто балки. Розрахунки критичних сил виконані в середовищі MATLAB.

Ключові слова: метод граничних елементів, стійкість плоскої форми вигину, балки прямокутного перерізу, MATLAB.

V. F. Orobey, ScD, A. F. Dashchenko, ScD, L. V. Kolomiets, ScD, A. M. Lymarenko, PhD.

METHOD OF BOUNDARY ELEMENT IN PROBLEMS OF STABILITY OF PLANE BENDING BEAMS OF RECTANGULAR CROSS SECTION.

An algorithm for solving problems of stability plane bending beams of rectangular section (thin strips) with the help of numerical and analytical variant of the method of boundary elements. The aim is to build new solutions of differential equations of stability problems. Beams with sections in the form of narrow strips have higher strength and stiffness, however, when the transverse load, there is a risk of loss of stability plane bending. In this case, the beam is further bent in another plane and twists. There flexural-torsional buckling, in which there are large displacements and structural failure may occur. The theory of solving such problems needs to be developed, as current results are very difficult to extend to continuous beams and frames. The boundary element method can greatly simplify the process of decisions to improve the accuracy and reliability of the results obtained and disseminate solutions to more complex structure than a beam. Calculations are made of the critical forces in MATLAB environment.

Keywords: boundary element method, the stability of plane bending, rectangular beam, MATLAB.

УДК 681.2.089

Н. В. Глухова, к.т.н.

ДВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ

СПОСОБИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛІВ РЕЄСТРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

У роботі розглянуто існуючі проблеми створення метрологічного забезпечення при реєстрації вимірювальної інформації у вигляді візуальних даних. Виконаний аналіз джерел невизначеності при реєстрації, обробці та аналізі аналогових і цифрових зображень газорозрядного випромінювання. Запропоновано способи калібрування вимірювальних каналів, призначених для реєстрації, перетво-

рення та передачі візуальних даних. Розроблені способи та схеми калібрування забезпечують експериментальну оцінку метрологічних характеристик вимірювальних каналів збору візуальних даних.

Ключові слова: метрологічне забезпечення, вимірювальна інформація, невизначеність вимірювань, калібрування, газорозрядне випромінювання

Вступ.

На сьогоднішній день використання візуальної інформації у різних сферах науки значно поширюється завдяки розвитку інформаційно-вимірювальних технологій. Зокрема це стосується створення нових технологій реєстрації зображень, підвищенню швидкості каналів передачі даних, а також значному покращенню ресурсів обчислювальної техніки, що дозволяє обробляти та зберігати великі обсяги інформації у вигляді візуальних даних.

Паралельно з цим в метрологічному аспекті виникають дві основні задачі: 1) розробка метрологічного забезпечення методів вимірювань, зокрема, способи дослідження метрологічних характеристик каналів збору вимірювальних даних у вигляді зображень; 2) розробка ефективних методів параметризації, тобто вилучення вимірювальної інформації з зображень у вигляді кількісної оцінки значень певних ознак.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Сучасний стан розвитку метрологічного забезпечення методів вимірювань, заснованих на отриманні та аналізі візуальної інформації, можна охарактеризувати лише окремими досягненнями. Відсутні універсальні узагальнюючі роботи, які можна було б використовувати для широкого спектру прикладних задач. Як зазначає автор роботи [1], на сьогодні відсутні дослідження щодо проблем метрологічного забезпечення у галузі візуалізації та цифрової обробки зображень.

По-перше, складність розробки метрологічного забезпечення методів вимірювань, заснованих на реєстрації візуальних даних, полягає у різноманітні завдань, які вирішуються на базі експериментальних досліджень такого роду. Переважна більшість експериментів у метрологічній практиці передбачає отримання кількісної оцінки значення певної фізичної величини унаслідок реалізації відповідної вимірювальної процедури. Якщо на вході вимірювального тракту інформація представлена у вигляді зображення, то це значно ускладнює організацію кількісної оцінки параметрів, оскільки потребує застосування певних процедур обробки і аналізу зображень з метою їх параметризації, тобто виділення обмеженого кола ознак зображень, для яких потрібно оцінити кількісні значення. Таким чином, з метрологічної точки зору ускладнюється сама процедура отримання результату спостережень.

По-друге, з метою переходу від результату

спостережень до результату вимірювань, до кількісної оцінки параметру зображень необхідно додати характеристики його точності, що потребує встановлення метрологічних характеристик засобів отримання вимірювальної інформації візуального характеру.

Найбільш розповсюдженим на сьогодні завданням, яке вирішується на основі методів вимірювань з реєстрацією зображень, є оцінка певних геометричних характеристик (розмірів об'єктів, відстаней між ними, тощо). Питанню розрахунку кількісних значень геометричних параметрів зображень присвячено багато наукових праць [2 – 5]. Однак метрологічному аспекту проблеми приділяється мінімальна увага.

Наприклад, у роботі [2] показано актуальність питання розробки методів розрахунку траєкторій об'єктів, що ґрунтується на спостереженні спеціальних сигнальних об'єктів. Перший етап вирішення завдання полягає у виборі підходів щодо попередньої обробки зображень, метою якої є визначення координат сигнальних об'єктів. Взагалі проблема вирішується завдяки багатократному розв'язанню задачі на декількох послідовних кадрах. Незважаючи на те, що результатом такої процедури є кількісна оцінка конкретних фізичних параметрів, автори зовсім не приділяють увагу розрахунку параметрів точності запропонованого методу.

Зображення є предметом досліджень у широко розвиненій на сьогоднішній день галузі систем технічного зору, які застосовуються для візуального контролю параметрів виробів. Коло завдань, вирішуваних системами технічного зору, включає контроль та вимірювання геометричних параметрів об'єктів. Джерелом вимірювальної інформації систем технічного зору зазвичай виступають різноманітні оптичні сенсори. Обов'язковими компонентами сучасних систем технічного зору є також вимірювальні перетворювачі та обчислювальні пристрої з відповідним програмним забезпеченням. Зрозуміло, що розробка метрологічного забезпечення таких систем повинна охоплювати усі ці складові. У роботі [3] вказується на складність експериментального дослідження джерел невизначеності вимірювань при формуванні та передачі зображень у системах технічного зору. Зокрема розглядається питання виникнення «геометричного шуму», під яким розуміється вплив випадкових шумів на формування зображення, які призводять до спо-

творення дійсних значень геометричних ознак зображень. Джерелом «геометричних шумів» можуть виступати оптичні завади, вібрації під час реєстрації візуальних даних, забруднюючі фактори в оптичній системі. Автор роботи [3] особливо підкреслює складність усунення такого роду впливів на метрологічні характеристики систем технічного зору.

Метою досліджень є розробка способів експериментального встановлення метрологічних характеристик каналів реєстрації зображень газорозрядного випромінювання.

Порівняльний аналіз способів реєстрації зображень газорозрядного випромінювання. Існуючі методи реєстрації зображень газорозрядного випромінювання [6] можна поділити на три групи: аналогові, цифрові та комбіновані.

Аналогова форма отримання зображень випромінювання об'єктів різноманітної фізичної природи передбачає застосування у якості сенсорного елементу фотоматеріалу: фотоплівки або рентгенівської плівки. Зрозуміло, що аналоговий метод поступово втрачає свої позиції завдяки розвитку більш сучасних та зручних цифрових технологій.

Цифрова форма реєстрації зображень газорозрядного випромінювання в цілому вважається більш перспективною, оскільки побудована на більш простій та зручній формі реєстрації даних на основі застосування ПЗЗ-матриці. Такий підхід усуває необхідність здійснення багатьох трудомістких операцій аналогової фотографії: використання фотоматеріалів при певних умовах освітлення, виконання процедури проявлення.

Незважаючи на це, на сьогоднішній день серед користувачів та дослідників у галузі електрофотографії (це друга назва методу газорозрядного випромінювання) залишається багато прихильників аналогового, «класичного» методу реєстрації зображень світіння об'єктів в імпульсному електромагнітному полі високої напруженості. Повний перелік переваг аналогової форми реєстрації детально проаналізований у роботі [7].

Ключовим моментом реєстрації в аналоговій формі, тобто на фотоматеріалі, є забезпечення можливості отримання якісної картини розповсюдження газових розрядів безпосередньо по поверхні фотоматеріалу в моноімпульсному режимі збудження.

Саме такий режим дозволяє розв'язати ряд важливих питань. По-перше, якщо газорозрядна візуалізація застосовується з метою медичних досліджень (що передбачає вплив зовнішнього електромагнітного поля на фаланги пальців людини), то моноімпульсний режим мінімізує вплив електромагнітного поля на організм люди-

ни. По-друге, в метрологічному аспекті моноімпульсний режим збудження дозволяє апаратним способом позбавитися динамічної складової невизначеності вимірювань.

На останньому питанні слід зупинитися більш детально, оскільки режим збудження має безпосередній суттєвий вплив на формування сумарної невизначеності вимірювань методу газорозрядного випромінювання.

При впровадженні моноімпульсного режиму збудження забезпечується отримання однієї корони світіння, окремі фрагменти якої (газорозрядні стримери) сформувалися під впливом одного короткочасного впливу імпульсу зовнішнього електромагнітного поля. У такому разі динамічна складова похибки дорівнює нулю, що досягається належною організацією вимірювальної процедури.

Відомі на сьогоднішній день методи цифрової реєстрації картини світіння об'єктів в імпульсному електромагнітному полі не дозволяють якісний ввід зображення при моноімпульсному режимі [7]. Чутливість сучасних ПЗЗ-матриць, що є сенсорними елементами фотокамер та відеокамер, вимагає використання багатоімпульсного режиму формування картин газорозрядного випромінювання.

Якщо проаналізувати цей процес з метрологічної точки зору, то такий режим збудження породжує наявність динамічної складової похибки вимірювань. Це обумовлено тим, що при багатократному збудженні кінцева картина світіння являє собою суперпозицію з декількох зображень. Зафіксовані фрагменти газорозрядної корони, представлені на одному зображенні, насправді формуються під впливом декількох окремих імпульсів зовнішнього електромагнітного поля. При цьому необхідно прийняти до уваги, що кожний імпульс зовнішнього впливу змінює властивості досліджуваного об'єкту (фізичного або біологічного). Це обумовлює той факт, що властивості об'єкту змінюються під час проведення експерименту, тобто динамічно змінюються впродовж часу подачі серії з декількох імпульсів. Як зазначається у роботі [7], така серія складається з десятків або навіть декількох сотень імпульсів.

У тому разі, якщо суперпозиція картини газорозрядного світіння складалася б з зображень для одного й того ж об'єкта (мається на увазі збереження його властивостей у часі), тоді можна було б розглядати її як певне усереднення та виконувати обґрунтований статистичний аналіз.

Але результатом експерименту у багатоімпульсному режимі є суперпозиція світіння об'єктів з різними властивостями, що призводить

до некоректності статистичного аналізу геометричних та фотометричних параметрів зображень без належного врахування розглянутих вище динамічних впливів. Зрозуміло, що це дуже складне завдання, яке на сьогоднішній день не розв'язане.

Розглянуті проблеми призвели до того, що певна частина дослідників у галузі електрофотографії, надає безумовну перевагу аналоговій формі реєстрації зображень. Основним недоліком такого підходу залишається те, що у багатьох випадках аналіз зображень на фотоплівці виконується експертами, що додає суб'єктивності в результати. Такий підхід характеризується низькою точністю та фактичною відсутністю кількісних оцінок параметрів зображень.

Тому на сьогоднішній день перспективним виявляється певний проміжний варіант між двома розглянутими вище підходами. Такий «комбінований» спосіб полягає у фіксації картини газорозрядного випромінювання на фотоматеріалі з подальшою оцифровкою отриманих зображень за допомогою сканування. Схематично розглянуті способи реєстрації зображень газорозрядного випромінювання представлені на рисунку 1.

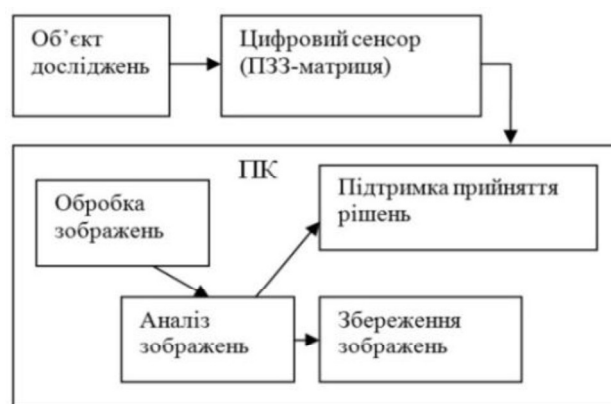
Таким чином, моноімпульсний режим збудження газорозрядного випромінювання об'єктів забезпечує формування зображення на фотоматеріалі без динамічних складових похибки, але вимагає додаткової реалізації процедури аналого-цифрового перетворення зображень.

Аналіз джерел невизначеності при реєстрації зображень газорозрядного випромінювання.

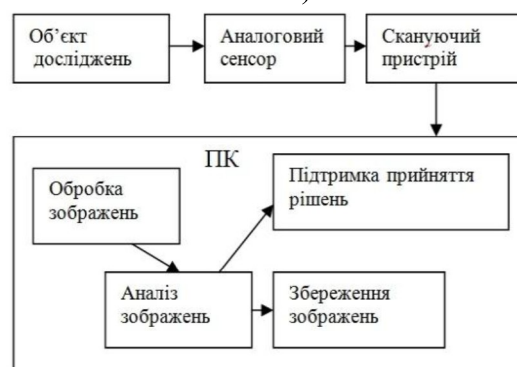
Усі сучасні методи отримання зображень газорозрядного випромінювання призначені для фіксації двовимірних картин світіння об'єктів різної фізичної природи. На сьогоднішній день не розроблено апаратне забезпечення для реєстрації динаміки розповсюдження газових розрядів (стрімерів) у часі. Таким чином, зображення статичні, тому їх параметри залежать від двох просторових координат. Динамічні зміни стану об'єкту підлягають аналізу тільки завдяки дослідженню серій з наборів окремих, послідовно зафіксованих зображень. На сьогоднішній день не відомі методи, які б дозволяли розділити на окремі фрагменти зображення з суперпозицією накладених у багатоімпульсному режимі картин світіння. Переважна більшість відомих способів параметризації цифрових зображень газорозрядного світіння засновані на аналізі їх геометричних ознак [8, 9].



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Варіанти вводу та аналізу візуальної інформації (а – варіант аналогової реєстрації візуальної інформації; б – варіант цифрової реєстрації візуальної інформації; в – «комбінований» варіант)

Виділення джерел формування невизначеності вимірювань при параметризації зображень газорозрядного випромінювання потребує розв'язання наступних завдань:

1. Порівняльний аналіз методів реєстрації та передачі зображень випромінювання у каналах збору візуальних даних.

2. Висвітлення кола факторів, які впливають на характеристики точності первинних та вторинних вимірювальних перетворювачів.

3. Метою наглядного представлення розроблених класифікацій джерел невизначеності для аналогової, цифрової та комбінованої форм реєстрації зображень газорозрядного випромінювання побудовано схеми, представлені відповідно на рисунку 2 – 4.

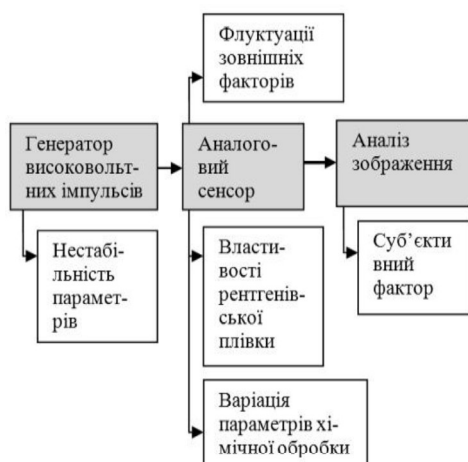


Рисунок 2 – Джерела невизначеності вимірювань при реєстрації та аналізі аналогових зображень газорозрядного випромінювання



Рисунок 3 – Джерела невизначеності вимірювань при реєстрації та аналізі цифрових зображень газорозрядного випромінювання

Розробка схем для калібрування каналів збору візуальних даних в методі газорозрядного випромінювання.

Виконаний аналіз джерел невизначеності у каналах збору візуальних даних методів газорозрядного випромінювання є відправною точкою для побудови методик та схем калібрування вимірювальних каналів.

Відповідно до отриманих результатів аналізу можна запропонувати два варіанти проведен-

ня процедури експериментального дослідження метрологічних характеристик каналів збору візуальної інформації: поелементний та комплектний. Вказані підходи розрізняються рівнем деталізації дослідження джерел невизначеностей.



Рисунок 4 – Джерела невизначеності при аналоговій реєстрації та аналізі цифрових зображень газорозрядного випромінювання

В першому варіанті усі структурні елементи каналу збору та перетворення вимірювальної інформації у вигляді зображень підлягають дослідженню окремо.

Сумарна стандартна невизначеність визначається на останньому розрахунковому етапі шляхом аналітичного поєднання складових невизначеностей.

Другий варіант рекомендується до практичного впровадження у тому випадку, коли відокремлення компонентів каналу збору візуальних даних неможливе або складне. У переважній більшості другий варіант калібрування виявляється обґрунтованим для каналів збору саме візуальних даних, оскільки компоненти таких каналів, як правило, виконують спільні, нерозривно зв'язані функції, що не дозволяє виконати апаратне розділення на окремі агрегатні модулі.

Також останній варіант пропонується у тих випадках, коли окремі компоненти каналу вносять приблизно однакові вклади у сумарну не-

значеність.

Кожний сенсор візуальної вимірювальної інформації (первинний вимірювальний перетворювач) і наступні апаратні засоби вимірювань працюють у змінних умовах, залежать від стану роботи джерел живлення та працюють під впливом багатьох зовнішніх неінформативних величин. Розглянуті вище джерела, які привносять свій вклад у сумарну невизначеність вимірювань, теоретично можуть бути досліджені окремо. Але в реальних умовах експлуатації врахувати та детально описати їх фактично неможливо. В результаті необхідно прийняти до уваги той факт, що кожен компонент апаратної частини каналу збору візуальних даних поряд з чутливістю до параметрів досліджуваного об'єкту характеризується чутливістю до неінформативних впливових величин.

Для окремих компонентів каналу (наприклад, сканер або фільтр завад) метрологічні характеристики розрахувати доцільно та нескладно. Але зазвичай виявляється важко побудувати розрахункові аналітичні методи оцінки сумарної невизначеності вимірювального каналу, які б мали високі показники точності. Тому раціонально скористатися експериментальним підходом визначення метрологічних характеристик. За умови виконання багатократних вимірювань можливо встановити випадкові складові невизначеності, розрахувати стандартну невизначеність категорії А. Джерела невизначеності, які призводять до появи систематичних складових, слід виявляти на стадії проектування каналу збору візуальної інформації та, за можливості, усувати їх або враховувати у вигляді складових невизначеності категорії В. До типових прикладів такого роду джерел слід віднести невизначеності дискретизації у просторі та квантування за кольором при реалізації перетворення зображення у цифрову форму. Вони можуть бути оцінені та враховані у

подальших обчисленнях на основі технічних характеристик, заявлених виробником, або на основі проведення калібрування.

Найпростішим варіантом калібрування з метою оцінки найбільш ймовірного значення вимірюваної величини та розрахунку стандартної невизначеності категорії А є комплектне калібрування, схема якого представлена на рисунку 5.

Реалізація комплектного калібрування передбачає наявність тест-об'єкту з гарантовано стабільними у часі параметрами. Реєстрацію візуальної вимірювальної інформації необхідно виконати декілька разів з метою отримання вибірки експериментальних даних необхідного обсягу.

З метою більш детального дослідження характеристик вимірювального каналу збору візуальних даних застосовується поелементне калібрування, яке передбачає встановлення метрологічних характеристик кожного компоненту каналу окремо (рисунк 6).

Висновки

У роботі розглянуто питання синтезу калібрувальних схем для вимірювальних каналів збору візуальних даних у методі газорозрядного випромінювання. Виконаний порівняльний аналіз існуючих варіантів здійснення реєстрації зображень газорозрядного випромінювання в аналоговій, цифровій формі та комбінований підхід.

Відповідно для кожного варіанту описані джерела походження складових невизначеності вимірювань, які впливають у подальшому на якісні оцінки параметрів зображення.

Запропоновано два варіанти схем для реалізації калібрування каналів реєстрації та перетворення зображень газорозрядного випромінювання.

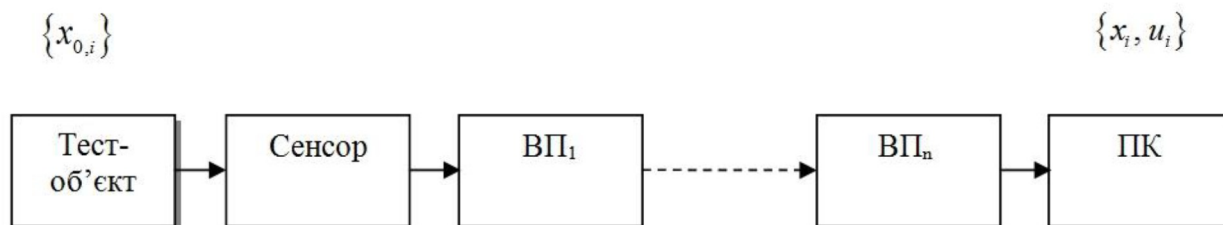


Рисунок 5 – Схема комплектного калібрування вимірювального каналу для збору візуальних даних:

ВП – вимірювальний перетворювач; $\{x_{0,i}\}$ – набір параметрів тест-об'єкту, які використовуються з метою калібрування; $\{x_i, u_i\}$ – сукупність досліджуваних параметрів тест-об'єкту на виході вимірювального каналу та відповідні стандартні невизначеності

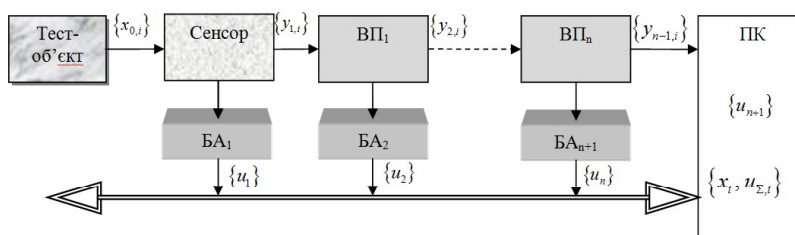


Рисунок 6 – Схема поелементного калібрування вимірювального каналу для збору візуальних даних:

ВП – вимірювальний перетворювач; БА – блок аналізу; $\{x_{0,i}\}$ – набір параметрів тест - об'єкту, які використовуються з метою калібрування; $\{u_i\}$ – стандартні невизначеності, оцінені окремо для кожного i -го компоненту вимірювального каналу; $\{u_{n+1}\}$ – невизначеність обчислювальних алгоритмів; $\{x_i, u_{\Sigma,i}\}$ – сукупність досліджуваних параметрів тест-об'єкту на виході вимірювального каналу та відповідні сумарні стандартні невизначеності

Список використаних джерел

1. Кондратов В. Т. Визуализация в метрологии: уровни, направления, цели, задачи, методы и программное обеспечение / В. Т. Кондратов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2011. – № 1. – С. 7 – 21.
2. Соколов А. Ю. Методы формирования параметров пространственного движения объекта на основе обработки визуальной информации / А. Ю. Соколов, Ватик М. Хуссейн // Комп'ютерні системи та інформаційні технології. – 2009. – № 3(37). – С. 104 – 110.
3. Николаев М. И. Система технического зрения для производственного контроля и микроизмерений в видимом участке оптического спектра: дисс. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.11.13 / М. И. Николаев. – Казань, 2007. – 130 с.
4. Никитаев В. Г. Автоматизированные системы обработки изображений для металлографического контроля компонентов твэлов ядерных реакторов: автореф. дисс. на соискание научн. степени докт.техн.наук: спец. 01.04.01 / В. Г. Никитаев. – М., 1999. – 48 с.
5. Тодуа П. Метрология и стандартизация в нанотехнологиях/ П. Тодуа // Фотоника. – 2010. – № 1. – С. 2 – 8.
6. Глухова Н. В. Методи реєстрації та вейвлет-аналізу зображень газорозрядного випромінювання / Н. В. Глухова, Л. А. Пісоцька // Системи обробки інформації. – 2015. – № 1 (126). – С. 16 – 19.
7. Бондарев В. М. Кирлиан – фотография: цифровая и традиционная. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.vadimbo.narod.ru/GDV.htm>.
8. Коротков К. Г. Основы ГРВ биоэлектродграфии. – СПб. СПбГИТМО (ТУ), 2001. – 360 с.
9. Коломієць Р. О. Біотехнічна система на основі ефекту Кірліан для аналізу рідиннофазних об'єктів // Автореф. дис. к.т.н. Вінниця, 2011. – 19 с.

Надійшла до редакції 26.10.2015

Рецензент: д.т.н., проф. Корсун В. І., ДВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ

Н. В. Глухова, к.т.н.

СПОСОБЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛОВ РЕГИСТРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В работе рассмотрены проблемы создания метрологического обеспечения при регистрации измерительной информации в виде визуальных данных. Выполнен анализ источников неопределенности при регистрации, обработке и анализе аналоговых и цифровых изображений газоразрядного излучения. Предложены способы калибровки измерительных каналов, предназначенных для регистрации, преобразования и передачи визуальных данных. Разработанные способы и схемы калибровки обеспечивают возможность экспериментальной оценки метрологических характеристик каналов сбора визуальных данных.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, измерительная информация, неопределенность измерений, калибровка, газоразрядное излучение.

Glukhova N. V., PhD

EXPERIMENTAL RESEARCH METHODS OF METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF REGISTRATION CHANNELS IMAGES

The problems of creating of metrological support in the registration of measurement information in the form visual data were reviewed. Analysis of the sources of uncertainty in the registration, processing and analysis of analogue and digital gas-discharge light images was performed. The calibration methods of measuring channels intended for registration, conversion and transmission of image data have been proposed. The developed methods and calibration schemes enable experimental evaluation of the metrological characteristics of the image data acquisition channels.

Keywords: metrological support, measurement information, the uncertainty of measurement, calibration, gas-discharge light.

УДК 621.317

А. Н. Василевский^{1,2}, д.т.н., О. Д. Никитенко², к.т.н.¹Министерство образования и науки Украины, г. Киев²Винницкий национальный технический университет, г. Винница

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПОСТРОЕННОГО ЗА ПРИНЦИПОМ АНАЛОГО–ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Выполнено оценивание точности измерения концентрации ионов с учетом международных требований к подаче качества результатов измерений. Установлено значение суммарной неопределенности типа В, которое обусловлено ограниченными свойствами составляющих элементов средства измерения концентрации ионов.

Ключевые слова: уравнение преобразования, концентрация ионов, стандартная неопределенность, средство измерения, ионоселективный преобразователь.

Введение.

Задача оценивания точности измерений с учетом международных требований к подаче качества результатов измерений является актуальной в связи с курсом Украины на Евроинтеграцию. Для сравнения результатов измерений, полученных в Украине с результатами, которые имеют ведущие европейские лаборатории необходимо иметь соответствующую методику оценивания неопределенности конкретного вида измерений, которая позволит осуществлять такое сравнение.

Автоматизация процесса измерения концентрации ионов гумусового состояния почв была и является важной задачей сельского хозяйства. Она открывает широкие возможности повышения качества урожайности многих видов сельскохозяйственных культур, но для этого нужно иметь средства измерения, которые позволят точно определять концентрацию ионов гумусового состояния почв с соответствующим метрологическим обеспечением, которое позволит выполнять оценивание качества измерений и пода-

вать результаты измерений с учетом концепции неопределенности.

Анализ последних исследований и публикаций. Современные методы аналитической химии гумуса позволили установить основные соединения, функциональные группы и элементы, которые входят в химический состав таких частей гумуса, как гумусовые кислоты и негидролизированный остаток [1, 2].

Опыт химического анализа гумусовых веществ дает возможность определить основные признаки, которые имеют вещества, относящиеся к гумусовым [3]. Для гуминовых кислот массовая доля углерода находится в пределах 46 – 62%, для фульвокислот – 36 – 44%. Одновременно содержание азота в фульвокислотах находится в пределах 3 – 6 %. Важнейшими азотосодержащими веществами, что оказываются в почвах в свободном состоянии и могут рассматриваться как предшественники гумусовых кислот есть: белки, полипептиды, аминокислоты, нуклеиновые кислоты и хлорофилл.