

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Єфименка Сергія Андрійовича

«Колориметричний метод та засіб для експрес-контролю якості зернових культур»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

Актуальність теми

Одним із загальних показників якості хлібобулочних і макаронних виробів, що характеризує товарний вигляд продукції, є їх колір, що залежить від кольору борошна, а колір борошна в свою чергу залежить від кольору використовуваного зерна. Переваги показника «колір» досить вагомі – це і експресність колориметричного методу визначення кольору і достовірність визначення параметрів, а також метрологічна надійність отриманих результатів.

При створенні математичної моделі вимірвальних перетворень при колориметричному контролі зернових культур треба враховувати випадковий вплив ефектів факторної взаємодії, щоб не отримувати завищені ймовірності помилок контролю та не ускладнювати планування вимірвальних процедур. Тому дисертаційна робота Єфименка С. А., що спрямована на вирішення науково-практичних задач вдосконалення методів параметричного контролю якості зернових культур за рахунок зниження випадкового факторного впливу при визначенні результату вимірювання одиничного показника колориметричного контролю (жовтизни зерна пшениці), та створення засобу колориметричного експрес-контролю якості зернових культур, є актуальною.

У дисертаційній роботі поставлена науково-технічна задача вдосконалення методів і створення технічного засобу для колориметричного експрес-контролю якості зернових культур, підвищення точності та вірогідності отриманих результатів за рахунок використання методів статистичного аналізу результатів вимірювань.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри

«Проектування та експлуатація електронних апаратів» Харківського Національного університету радіоелектроніки у межах науково-дослідної господарської договірної роботи «Використання електронної колориметрії для контролю параметрів зернових культур» (ДР № 0116U002540), в якій здобувач був відповідальним виконавцем.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Єфименка С. А., в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на використанні математичного апарату теорії імовірності та математичної статистики, математичних моделей дисперсійного аналізу при дослідженні інформаційних показників колориметричного контролю зернових культур; коваріаційного аналізу для визначення факторного впливу на функціональне перетворення параметра контролю при колориметричному дослідженні; дискримінантного аналізу при оцінюванні інформативності показників при колориметричному контролі; теорії інформації при оцінюванні вірогідності контролю показників якості зернових культур.

Результати перевірені шляхом проведення практичних експериментів, що підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами відповідних експериментальних досліджень.

Наукові результати застосовані під час створення засобу колориметричного експрес-контролю якості зернових культур.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

– отримав подальший розвиток метод інформаційного аналізу системи показників колориметричного контролю якості зернових культур, що дозволив формувати систему показників в умовах невизначеності відтворення рівнів параметрів, що контролюються;

– введено поняття колориметричної функції, як узагальнюючої характеристики інтенсивності випромінювання відбитого і розсіяного випромінювання досліджуваних об'єктів, показана можливість використання розроблених аналітичних методів при дослідженні оптичного випромінювання як в часовій так і в частотній областях;

– отримані математичні моделі перехресних класифікацій, що враховують ефекти одночасної взаємодії трьох факторів (температури, вологості, освітленості) на результат вимірювання одиничного показника колориметричного контролю (жовтизна зерна пшениці), визначені рівняння для оцінювання достовірності статистичних висновків про інформаційну значимість показників колориметричного контролю;

– запропоновані аналітичні співвідношення, що дають змогу оцінити кількість інформації для кожного з показників колориметричного контролю при факторному впливі на лінійну функцію перетворення цих показників.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень:

1. Розроблено макет приладу для експрес-контролю кольору, запропоновано алгоритм розрахунків координат кольору і отримано їх у цифровому вигляді, а також у вигляді фрагменту кольору на екрані монітора, що дозволяє швидко та з достатньо високою достовірністю отримувати результати вимірювань кольору досліджуваних середовищ.

2. У ТОВ «НВП АЛЬТА» результати роботи використовуються при підборі настройок RGB-камер фотосепараторів для сортування різних сільгоспкультур (пшениця, ячмінь, гречка, соняшник, соя та ін.) (акт від 20.12.2019 р.).

3. На кафедрі фізики ХНУРЕ результати роботи впроваджені, в навчальний процес, де використовуються під час читання лекцій, проведення практичних та лабораторних робіт по геометричній та хвильовій оптиці за спеціальністю «видавничо-поліграфічна справа» (акт від 09.01.2019 р.).

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати досліджень опубліковані у 20 роботах, серед яких: 1 монографія, 6 статей у наукових фахових виданнях України, 3 статті у закордонних періодичних фахових виданнях, 1 стаття у міжнародній наукометричній базі Scopus, 4 патенти на корисну модель України, 8 тезисів у матеріалах конференцій.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 11 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Єфименка С. А. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, 4 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

У першому розділі дисертаційної роботи проаналізовано наукові праці вітчизняних і зарубіжних авторів з питань проблеми дослідження, що дозволило визначити основні напрями наукового пошуку щодо проблеми удосконалення методів і створення технічного засобу для колориметричного експрес-контролю якості зернових культур. Визначено важливість застосування колориметричного методу експрес-контролю для оцінювання якості зерна

пшениці, невизначеність характеристик якої впливає на точність отримання вимірювальної інформації, та методів багатомірного статистичного аналізу для визначення наскільки істотний вплив того, або іншого фактору на розсіювання результатів спостережень вихідної величини.

У другому розділі описані методи та засоби, які використовувались відповідно до поставленої мети і завдань, а також об'єкту та предмету дослідження. Розглянуто можливість застосування математичних моделей лінійних систем для побудови датчиків кольору та сформульовані принципи синтезу пристроїв автоматичної класифікації колірних відтінків. Доведено можливість використання поняття колориметричної функції в прикладних дослідженнях.

У третьому розділі представлено результати аналізу існуючих варіантів побудови цифрових датчиків і цифрових пристроїв для вирішення задач оптичного контролю та варіанти їх вдосконалення. Наведено опис розроблених автором корисних моделей, що захищені патентами України, які враховують недоліки прототипів, а також усувають їх. Отримано аналітичне співвідношення, за яким можна однозначно визначити ступінь проникності оптичного середовища у випадку забарвлення світлового потоку.

У четвертому розділі представлено обґрунтування та оцінювання достовірності статистичних висновків про інформаційну значимість показників колориметричного контролю, що впливають на результат контролю для забезпечення максимально високої вірогідності отриманого результату. Було проведено аналіз та запропонована спрощена модель перехресних класифікацій, що враховує ефекти одночасної взаємодії трьох факторів (температури, вологості, освітленості) на результат вимірювання одиничного показника колориметричного контролю (жовтизна зерна пшениці), проведено її дослідження. Визначені обмеження на кількість рівнів основного (параметр контролю) та факторів, що впливають на результат колориметричного контролю при заданій метрологічній невизначеності параметра контролю. Отримані рівняння для оцінювання достовірності статистичних висновків про інформаційну значимість показників колориметричного контролю для

спрощеної моделі перехресної класифікації. Отримані аналітичні співвідношення, що дають змогу оцінити кількість інформації для кожного з показників колориметричного контролю при факторному впливі на лінійну функцію перетворення цих показників.

У п'ятому розділі представлено результати проведеного дослідження результатів натурних вимірювань вихідної напруги зі схем каналів червоного, синього та зеленого фотодіодів електронного колориметру залежно від яскравості світлового випромінювання у ході якого вдалося провести розрахунки стандартних невизначеності по типам А та В, а також сумарної стандартної невизначеності.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 125 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Академічна доброчесність

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. У першому розділі дисертаційної роботи при виборі напрямку досліджень, огляді наукової думки за темою дисертації та досягнень різних вчених слабо проаналізований внесок вчених з розвинутих країн світу (США, європейських країн, Японії тощо). У списку використаних джерел замало посилань на роботи іноземних вчених у зазначеному напрямку.

2. У другому розділі при введенні поняття «Колориметрична функція» не наведено чіткого математичного визначення цієї функції, що заважає сприйняттю подальшої інформації пункту 2.4.

3. Четвертий розділ дисертації містить досить змістовний аналіз впливу невизначеності результатів вимірювань на вірогідність колориметричного контролю із використанням дисперсійного, коваріаційного та дискримінантного аналізів, але не зрозуміло, чому при наявності цифрового портативного пристрою експрес-контролю кольору, що описаний у третьому розділі, не було проведено експериментальних досліджень для підтвердження отриманих теоретичних результатів. Доцільне було б числове оцінювання інформативності показників при колориметричному контролі, що наочно підтвердило переваги дискримінантного аналізу та отримані результати.

4. У пункті 4.4, де розглянуто застосування коваріаційного аналізу для визначення факторного впливу на функціональне перетворення параметра контролю при колориметричному дослідженні, запропоновано розглядати вимірювальне перетворення параметра колориметричного контролю Z у значення показника контролю K у формі лінійної регресійної моделі. Але реальні зміни контрольованих величин (вологості, освітленості) можуть здійснюватися фактично за нелінійними моделями. Така розбіжність потребує більш детального статистичного обґрунтування методу інформаційного аналізу показників систем контролю, ніж це зроблено у четвертому розділі.

5. У п'ятому розділі проведені розрахунки стандартних невизначеностей по типам А та В, а також сумарної стандартної невизначеності, але не зрозуміло, як використовуються отримані результати для завдання метрологічних характеристик електронного колориметру.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Єфименка Сергія Андрійовича «Колориметричний метод та засіб для експрес-контролю якості зернових культур» за своїм змістом відповідає спеціальності 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує

важливі науково-практичні задачі, які полягають у вдосконаленні методів параметричного контролю якості зернових культур за рахунок зниження випадкового факторного впливу при визначенні результату вимірювання одиничного показника колориметричного контролю (жовтизни зерна пшениці), та створення засобу колориметричного експрес-контролю якості зернових культур. Дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 10, 11, 12 щодо Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167, а здобувач Єфименко Сергій Андрійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Офіційний опонент

професор кафедри «Інформаційно-
вимірювальних технологій і систем»

НТУ «ХП», к.т.н., доц.

15.11.2021

Григоренко І. В.