

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І
НАУКИ УКРАЇНИ**

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

**MINISTRY OF EDUCATION
AND SCIENCE OF UKRAINE**

National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute"

**Вісник Національного
технічного університету
«ХПІ». Серія:
Електроенергетика та
перетворювальна техніка**

№ 1(2) 2020

Збірник наукових праць

Видання засновано у 1961 році

**Bulletin of the National
Technical University
"KhPI". Series: Electricity
and conversion technology**

No 1 (2) 2020

Collected Works

The publication was founded in 1961

Харків
НТУ «ХПІ», 2020

Kharkiv
NTU "KhPI", 2020

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Електроенергетика та перетворювальна техніка = Вестник Национального технического университета «ХПИ». Серия: Электроэнергетика та перетворювальна техніка = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Electricity and conversion technology : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – № 1(2). – 73 с. – ISSN 2079-4525.

Видання створено для висвітлення досягнень в галузі електроенергетики та перетворювальної техніки, приладів та методів неруйнівного контролю, діагностики, визначенню фізико-механічних характеристик матеріалів, метрології та інформаційно-вимірювальної техніки. Публікуються статті, присвячені теоретичному аналізу та обґрунтуванню застосування методів неруйнівного контролю матеріалів, удосконаленню приладів та методів неруйнівного контролю, питанням метрології та інформаційно-вимірювальної техніки, системотехніки, програмного та комп'ютерного забезпечення вимірювань, впровадженню методів неруйнівного контролю у виробництво.

Для науковців, викладачів вищої школи, аспірантів, студентів і фахівців в галузі неруйнівного контролю, метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.

The publication was created to highlight the achievements in the field of electric power and converting technology, tools and methods of non-destructive testing, diagnostics, the study of physical and mechanical characteristics of materials, metrology and information and measuring equipment. Articles are published on the theoretical analysis and justification of the application of non-destructive testing of materials, the improvement of tools and methods of non-destructive testing, issues of metrology and information and measuring equipment, systems engineering, software and computer measurements, the implementation of non-destructive testing in production.

For scientists, university teachers, post-graduate students, students and specialists in the field of non-destructive testing, metrology and information and measuring equipment.

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації України
КВ № 23869-13709 Р від 14 лютого 2019 р.

Мова статей – українська, російська, англійська.

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: «Електроенергетика та перетворювальна техніка» зареєстрований у світовому каталозі періодичних видань бази даних Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA).

Офіційний сайт видання: <http://samit.khpi.edu.ua/>

Засновник

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Founder

National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute"

Редакційна колегія

Відповідальний редактор:

Сучков Г. М., проф., НТУ «ХПІ», Україна

Члени редколегії:

Радев Христо, д-р техн. наук., проф., Болгарія, Технічний університет, м. Софія

Тараненко Ю. К., д-р техн. проф., м. Дніпро, Україна

Щапов П.Ф., д-р техн. наук, НТУ «ХПІ», Україна

Хорошайло Ю. Є., к.т.н. проф., ХНУРЕ, Україна м. Харків

Харків

Клименко Б.В. д-р техн. наук проф., НТУ «ХПІ»,

Україна

Петрищев О. М., д-р техн. наук, проф. НТУУ «КПІ»,

м. Київ, Україна

Стоєв П.І. д-р ф.-мат. наук, проф., ХФТІ, м. Харків,

Україна

Смолін Ю.О. к.т.н., доц., НТУ «ХПІ», Україна,

Плеснецов С.Ю., к.т.н., доц., НТУ «ХПІ», Україна

Григоренко С.М., к.т.н., доц., НТУ «ХПІ», Україна

Ноздрачова К.Л. к.т.н., доц., НТУ «ХПІ», Україна

Editorial staff

Associate editor:

Suchkov G. M., Prof., NTU "KhPI", Ukraine

Editorial staff members:

Radev Hristo, Dr. Tech. Sciences, Prof., Bulgaria, Technical University, Sofia

Taranenko Yu. K., Dr. Tech. Sciences, Prof., Dnipro, Ukraine

Shchapov PF, Doctor of Technical Sciences, NTU "KhPI",

Ukraine

Khoroshailo Yu. Ye., Ph.D. Prof., KhNURE, Ukraine, Kharkiv

Klimenko B. V., Dr. of Technical Sciences, Prof., NTU "KhPI",

Ukraine

Petrishchev OM, Ph.D., Prof. NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Stoiev P.I., Dr. Phys.-Math. Sciences, Professor, KhPhT, Kharkiv,

Ukraine

Smolin Yu.O. Ph.D., Associate Professor, NTU "KhPI", Ukraine,

Plesnetsov S. Yu., Ph.D., Associate Professor, NTU "KhPI",

Ukraine

Grigorenko S.M., Ph.D., Associate Professor, NTU "KhPI",

Ukraine

Nozdrachova K.L., Ph.D., Associate Professor, NTU "KhPI",

Ukraine

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 11 від 26 грудня 2020 р.

УДК 519.2

**Ю. Є. ХОРОШАЙЛО, І. М. ЯРМАК, О. Д. МЕНЯЙЛО, А. В. СОВА, В. А. СВІТЛИЧНИЙ,
І. К. СЕЗОНОВА**

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ КОЛЬОРУ

Вимірювання кольору необхідно в різних областях, наприклад для кольорних вимірювань, контролю та управління кольором в промисловій автоматизації, побутової техніки, текстильної промисловості, на СТО, в поліграфії, медицині та ін. Дуже перспективним є використання для цих цілей датчиків, пов'язаних з ПК для аналізу, зберігання та обробки даних. Світло, що випромінюється джерелом, відбивається від поверхні, потім визначається і вимірюється датчиком кольору. Колір випромінювання залежить від кольору поверхні, білий світло, що падає на червону поверхню, відбивається як червоний колір. Відбитий колір потрапляє на датчик, і фотодіодна матриця перетворює його в електричний сигнал. З фотодіодною матрицею сигнал потрапляє на вхід підсилювача, посилюється і перетворюється в напругу, потім оцифровується на АЦП і передається на цифрове ядро. Після цього по двопровідному послідовному інтерфейсу це все можна передати на мікроконтролер для обробки.

Ключові слова: вимірювання, пристрій, колір, фотодіоди, мікроконтролер, математична модель, психофізіологія зору.

**Ю. Е. ХОРОШАЙЛО, И. Н. ЯРМАК, А. Д. МЕНЯЙЛО, А. В. СОВА, В. А. СВЕТЛИЧНЫЙ,
И. К. СЕЗОНОВА**

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЦВЕТА

Измерения цвета необходимо в различных областях, например для цветовых измерений, контроля и управления цветом в промышленной автоматике, бытовой технике, текстильной промышленности, на СТО, в полиграфии, медицине и др. Очень перспективным является использование для этих целей датчиков, связанных с ПК для анализа, хранения и обработки данных. Свет, излучаемый источником, отражается от поверхности, затем определяется и измеряется датчиком цвета. Цвет излучения зависит от цвета поверхности, белый свет, падающий на красную поверхность, отражается как красный цвет. Отраженный цвет попадает на датчик, и фотодиодная матрица превращает его в электрический сигнал. С фотодиодной матрицы сигнал попадает на вход усилителя, усиливается и превращается в напряжение, затем оцифровывается на АЦП и передается на цифровое ядро. После этого по двухпроводному последовательному интерфейсу это все можно передать на микроконтроллер для обработки.

Ключевые слова: измерение, устройство, цвет, фотодиоды, микроконтроллер, математическая модель, психофизиология зрения.

Yu. E. HOROSHAYLO, I. N. YARMAK, A. B. SOVA, V. A. SVETLICHNIY, I. K. SEZONOVA

COLOR MEASUREMENT METHODS

Color measurements are necessary in various fields, for example, for color measurements, control and color management in industrial automation, household appliances, textile industry, service stations, printing, medicine, etc. It is very promising to use sensors connected with a PC for analysis, storage and data processing. The light emitted by the source is reflected from the surface, then it is detected and measured by a color sensor. The color of the radiation depends on the color of the surface, white light incident on the red surface is reflected as red. The reflected color hits the sensor, and the photodiode array turns it into an electrical signal. From the photodiode array, the signal enters the amplifier input, amplifies and turns into voltage, then is digitized by the ADC and transmitted to the digital core. After that, through a two-wire serial interface, all this can be transferred to the microcontroller for processing. In recent years, in connection with the development of color television, multimedia programs for computers, animation developments, various training programs and simulators, interest in color measuring instruments has grown significantly. Devices for measuring color have been used for decades. Gradually, they gain their place in everyday practice. Progress in this area depends on the development and production of new devices and methods for measuring color with wide operational capabilities, inexpensive and easy to use.

Keywords: measurement, device, color, photodiodes, microcontroller, mathematical model, psychophysiology of sight.

Вступ. Колір – якісна суб'єктивна характеристика електромагнітного випромінювання оптичного діапазону, що визначається на підставі фізіологічного зорового відчуття і залежить від низки фізичних, фізіологічних та психологічних факторів. Сприйняття кольору визначається індивідуальністю людини, а також спектральним складом, кольоровістю та яскравістю контрастом з навколишніми джерелами світла, а також об'єктами, що не світяться. Дуже важливими є такі явища, як метамерія, індивідуальні спадкові особливості людського ока (ступінь експресії поліморфних зорових пігментів) та психіки [1].

Говорячи простою мовою, колір – це відчуття, яке отримує людина при попаданні їй у вічі світлових променів. Потік світла з тим самим спектральним складом викличе різні відчуття в різних людей через те, що вони відрізняються характеристиками сприйняття ока, й у кожного їх колір буде різним. Звідси випливає, що суперечки, «колір насправді», безглузді – сенс має лише вимір того, що «насправді» є складом випромінювання [2]. Одне з властивостей

об'єктів матеріального світу, яке сприймається як усвідомлене зорове відчуття, той чи інший колір. «привласнюється» людиною об'єктам у процесі їхнього зорового сприйняття.

Зазвичай ми розрізняємо кольори лише за достатньої освітленості. Світло є випромінюванням, що складається з електромагнітних хвиль. Довжина однієї хвилі відповідає одному кольору.

Для людини зір – провідна сенсорна система. Біологічно це підтверджується тим, що у обробці візуальної інформації бере участь приблизно половина кори мозку. Більшість усієї інформації із зовнішнього світу (70–90%) сприймається людиною за допомогою зорової аналізаторної системи. Провідна роль зорової системи визначається не тільки тим, що вона є дистантним аналізатором, який дає інформацію про навколишній світ без безпосереднього контакту з його об'єктами, а й тим, що в образах зорових відчуттів і сприйнятті знаходять відображення провідні ознаки об'єктивної реальності – форма, розмір [3]. Жодна

аналізаторна система не дає такої повної інформації про навколишній світ, як зорова. Порушення окремих зорових функцій, наприклад, відчуття кольору, непоправне за допомогою інших аналізаторних систем. Зорові уявлення до певної міри можуть замінити уявлення, що отримують від інших аналізаторних систем. Але уявлення, одержувані з допомогою однієї з них і навіть усіх разом узятих, неспроможні відшкодувати повністю зорових уявлень [4]. Завдяки зору людина вільно орієнтується в навколишньому світі, зір допомагає швидко реагувати на небезпеки, що виникають для її життя, він дає можливість бачити предмети, які віддалені від очей на мільярди кілометрів.

Основна частина. Кожна людина прагне зробити своє життя більш яскравим, барвистим, зручним, комфортним. Комфорт – поняття дуже ємне і для різних людей має своє визначення [5]. Тому в даний час весь світ заповнений електронікою – людство розвивається, удосконалюється.

Вимірювання кольору проводиться з метою об'єктивного опису та кількісного визначення нашого візуального враження від кольору за допомогою величин колірних вимірювань. Це дозволяє нам визначати кольори чисельно та передавати інформацію про кольори без зразка, лише за допомогою цифр. Інше важливе застосування – вимірювання різниці кольорів між зразком і пробним друкованим відбитком для забезпечення якості друку. Вимірювання кольору також є основою складання спеціальних фарб [6].

Існують два вимірювальні методи для цих завдань:

- колориметричний метод;
- спектральний метод.

Обидва методи визначені у стандарті DIN 5033.

Перетворювач, що розробляється, вимірюватиме колір колориметричним методом. Цей метод не є достатньо точним, але такі пристрої можна використовувати для порівняльних вимірювань.

Виробничі процеси за своєю суттю не можуть бути безпечними для людини, тому що завжди існує небезпека впливу на людину того чи іншого виробничого фактора.

Інша важлива сфера застосування – визначення колірних параметрів відкритих настільних видавничих систем (НІС) як частини управління кольором.

Колірна точка якогось кольору визначається вертикальною координатою яскравості L і колірними координатами $+(-)a$ і $+(-)b$ у колірному просторі $L^*a^*b^*$. Насиченість дорівнює нулю в центрі осі L і збільшується в міру віддалення від центру

Схема визначення представлена рис. 1.

Вся відстань між двома кольорами A та B виражається за допомогою ΔE . Величина ΔE визначає відмінності у відтінках, яскравості та насиченості.

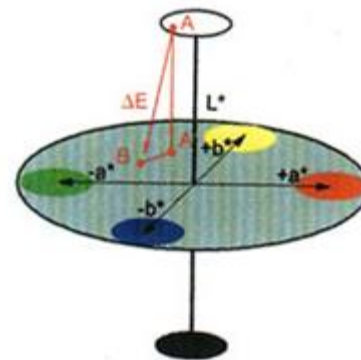


Рисунок 1 – Схема визначення колірної точки будь-якого кольору

Колориметричний метод вимірювання представлений на рис. 2.

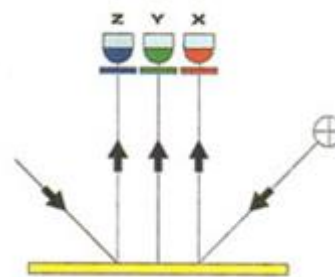


Рисунок 2 – Схема визначення кольору колориметричним методом

Вимірювальне світло, що випромінюється лампою, відбивається зразком і сприймається трьома сенсорами. Фільтри, що створюють у трьох кольорових каналах спектральну чутливість, яка відповідає стандартним спектральним функціям, та як такі імітують спектральну чутливість сітківки ока і відповідають сенсорам ока. Визначення сигналу сенсора отримує стандартні цифрові величини XYZ для червоного, зеленого та синього кольорів. Потім вони використовуються для решти колориметричних обчислень.

Для недорогих та надійних вимірювальних пристроїв створено простий принцип вимірювання. Але, незважаючи на постійні вдосконалення, ці виміри не досягають абсолютної точності спектрофотометра [7]. Однак вони можуть застосовуватись для порівняльних вимірювань.

Деякі обмеження, що є у данній системі, полягають у неповному моделюванні кількох типів світла, нестачі величин спектрального відображення та вимірювання метамерії.

Для спектрального виміру кольору призначені спектрофотометри.

Структурна схема спектрофотометра представлена на рис. 3.

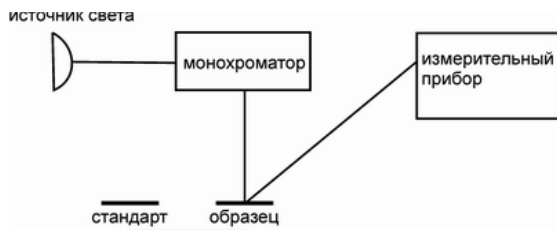


Рисунок 3 – Структурна схема спектрофотометра

На рисунку 4 представлений зовнішній вигляд спектрофотометр GENESYS 5.



Рисунок 4 – Зовнішній вигляд спектрофотометра GENESYS 5

Спектрофотометри вимірюють величини відбиття по всій видимій області спектра. Для цього діапазон поділяється на ділянки зі смугою пропускання 10–20 мкм. Кожна ділянка становить одну величину відображення [8]. У сучасних вимірювальних пристроях модулі матричного діода (grid або grated-array-diode) або фільтри-діода (filter-diode) викликають спектральний підрозділ вимірюваного світла, відбитого зразком на секції.

Дифракційна сітка модуля матричної сітки-діода розсікає світло та проектується на діодну матрицю з переважною кількістю 256 розташованих поруч діодів. Спочатку електронні елементи збільшуються, переводяться в цифрову форму і далі оцінюють сигнали високої роздільної здатності, що виробляються кількома діодами. Першим результатом спектрального виміру є серія величин відображення, які графічно представлені як криві відбиття.

Модуль фільтра-діода складається з кількох діодів, що відповідають ширині вузьких світлофільтрів. Кожен діод вимірює певну смугу пропускання спектра. Інший спосіб отримання величин відображення полягає у освітленні зразка разом з випромінюванням спектрально вузького світла хвиль різної довжини як випромінюваннями кольорових світловипромінюючих діодів. Потім спектрально широкий сенсор реєструє окремі величини відбиття.

Величини відображення та графіки відображення надають повну інформацію про виміряний колір. Стандартні колірні величини XYZ відтворюються за допомогою спеціальних обчислень так званої валентно-метричної оцінки. Цей процес має відношення до кривих відображення та стандартних функцій спектральних величин. Крива відбиття R особливого пурпурового кольору з найнижчим рівнем відбиття в області 570 мкм, рис. 5, наприклад, була побудована спектрофотометром.

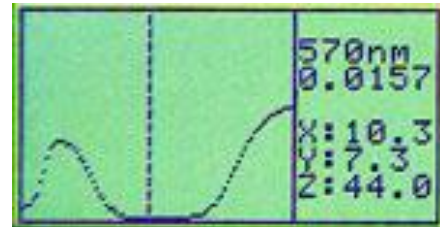


Рисунок 5 – Крива відбиття пурпурового кольору з найнижчим рівнем відбиття

Вимірювання монохроматичної щільності.

Криві відображення надають не тільки колориметричні, але також і денситометричні величини. Цей факт призвів до створення спектрофотометрів, які забезпечують вибір колірних характеристик, а також вимірювання величин щільності. Існують також так звані спектроденситометри, які на відміну від відоміших звичайних денситометрів забезпечені модулями спектрального виміру [9].

Принцип виміру цих спектроденситометрів полягає в отриманні кривої щільності $D(l)$ з кривою відбиття $R(l)$. Крива щільності є пропорційним дзеркальним відображенням кривої відбиття: високі значення відбиття відповідають низьким значенням щільності, і навпаки. Для будь-якої однієї довжини хвилі крива щільності надає величини щільності і величини показника, отримані з неї, як наприклад, площа растрового елемента, розтискування растрової точки і контраст, що реалізується при друку [10].

Стандартизовані основні кольори чотирикolorового процесу – блакитний, пурпуровий та жовтий у Європейській шкалі мають максимуми щільностей в областях 620, 540 та 430 мкм. Їх щільність вимірюється у цих довжинах хвиль за однаково стандартизованими фільтрами. Особливі кольори зазвичай характерні для максимальної щільності у хвилях різної довжини і з цієї причини не можуть бути вимірювані задовільно звичайними денситометрами, з фільтрами. Але спектроденситометри здатні визначати щільності у будь-якій точці спектра з використанням фільтрів, визначених математичним шляхом, обраних за бажанням. Це робить їх відповідними для застосування з будь-яким кольором.

Висновок. У цій статті наведено різні способи вимірювання кольору, що підтверджує актуальність цієї теми. Зі всіх представлених способів вимірювання кольору хотілося б виділити спосіб визначення кольору за допомогою оптоелектронного колориметра, оскільки він має більш точні вимірювання перед своїми аналогами. Цей спосіб вимірювання кольору може бути використаний у космічній сфері, медичній, криміналістичній тощо.

Список літератури

1. Свічніков С.В. Елементи оптоелектроніки. – Москва: Вид-во «Радянське радіо», 1971. – 272 с.
2. Агостон Ж. Теорія кольору та її застосування у дизайні. – Москва: «Світ», 1982. – 312с.
3. Шашлов Б. А. «Колір і відтворення кольорів». – Пітер: «Книга» 1986. – 236 с.
4. Артюшина Л. Ф. Колір у науці та техніці: пер. з англ. – Пенза: «Світ», 1978. – 592 с.
5. Кривошеєв М. І., Кустарев А. К. Колірні виміри. – Москва: Вища школа, 1990. – 239 с.
6. Гуревич М. М., Колір та його вимір. – Київ: «Книга», 1950. – 368 с.
7. Ньюберг Н. Д., Вимірювання кольору та колірні стандарти, – Пітер, 1933. – 316 с.
8. Соболева Н.А., Меламід А.Є. Фотоелектронні пристрої. – Москва: «Вища школа», 1974. – 376 с.

9. Хорошайло Ю. Є., Семенов С. Г., Лімаренко В. В. Пат 107317, Україна, Цифровий датчик для вимірювання кольору. 2016.
10. Khoroshaylo E. Y., Sezonova I. K., Colorimetry. Proceeding of COAL 2005 2nd International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers V2. Yalta, 2005. 254p.

References (transliterated)

1. Svechnikov S.V. Elementy optoelektroniki. – Moscow: Izd-vo «Sovetskoe radio», 1971. – 272 p.
2. Agoston Zh. «Teoriya cveta i eyo primeneniye v dizajne». – Moscow: «Mir», 1982. – 312 p.
3. Shashlov B. A. «Cvet i cvetovosprouzvedeniye». – Piter: «Kniga», 1986. – 236 p.
4. Artyushina L. F. Cvet v nauke i tehnikе: per. s angl. – Pemza: «Mir», 1978. – 592 p.
5. Krivosheev M. I., Kustarev A. K. Cvetovoye izmereniya. – Moscow: Energoatomizdat, 1990. – 239 p.
6. Gurevich M. M., Cvet i ego izmereniye. – Kiev: «Kniga», 1950. – 368 p.
7. Nyuberg N. D., Izmereniye cveta i cvetovoye standarty, –Piter, 1933g.,– 316p
8. Soboleva N.A., Melamid A.E. Fotoelektronnyye pribory. – Moscow: «Vysshaya shkola», 1974. – 376 p.
9. Horoshajlo Yu. E., Semenov S. G., Limarenko V. V. Pat 107317, Ukraina, Cifrovoy datchik dlya izmereniya cveta. 2016.
10. Khoroshaylo E. Y., Sezonova I. K., Colorimetry. Proceeding of COAL 2005 2nd International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers V2. Yalta, 2005. – 254 p.

Сведения об авторах / Відомості про авторів / About the Authors

Хорошайло Юрий Евгеньевич (Хорошайло Юрій Євгенійович, Horoshaylo Yuriy Evgeniyovich) – кандидат технічних наук, професор, Харківський Національний університет радіоелектроніки; м. Харків, Україна;

Ярмак Иван Николаевич (Ярмак Іван Миколайович, Yarmak Ivan Mykolayovich) – Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна;

Меняйло Александр Дмитриевич (Меняйло Олександр Дмитрович, Menyaylo Alexander Dmitrievich) – кандидат технічних наук, доцент, Харківський Національний університет радіоелектроніки; м. Харків, Україна;

Сова Анна Васильевна (Сова Анна Василівна, Sova Anna Vasilevna) – кандидат фізико-математичних наук, доцент Харківський Національний університет радіоелектроніки; м. Харків, Україна;

Светличный Виталий Анатольевич (Світличний Віталій Анатолійович, Svetlichny Vitaliy Anatolevich) – кандадат технічних наук, доцент, Харківський національний університет внутрішніх справ; м. Харків, Україна;

Сезонова Ирина Константиновна (Сезонова Ірина Костянтинівна, Sezonova Irina Konstantinovna) – кандидат технічних наук, професор, Харківський Національний університет радіоелектроніки; м. Харків, Україна;

ЗМІСТ

Головкіна Л. В., Зайченко О. Б., Приходченко Є. С. Методи рішення транспортної задачі в бездротових сенсорних мережах для авіоніки	3
Зайченко О. Б., Зайченко Н. Я., Головкіна Л. В. Влияние периодичности датчиков в микроволновом многозондовом мультиметре на частотные свойства..7	7
Махонін В. Г., Кучерук М. Р., Стопкань Т. С., Малік А. Р., Лісняк Я. О. Про можливість використання акустичних методів неруйнівного контролю.....	13
Небрат В. В., Ключник І. І., Грищенко О. Ю., Котляров Д. М., Юр'єв А. В., Романчук В. С. Оцінка точності виготовлення деталей за технологією 3d-друку.....	17
Плєснецов Ю. О., Сучков Г. М., Плєснецов С. Ю. Вдосконалення технології і калібрування валків для виробництва несиметричних гнутих профілів.....	22
Сіренко М. М. Автоматизація магнітного контролю осердь статорів електродвигунів.....	28
Сіренко М. М. Фактори підвищення точності вихорострумівих методів багатопараметрового контролю.....	35
Смолин Ю. А. Усовершенствованная методика выбора шага дискретизации индикаторных диаграмм при цифровых методах и средствах контроля параметров ДВС.....	44
Сучков Г. М. Про можливість ультразвукового електромагнітно-акустичного контролю гарячого металу.....	53
Хомяк Ю. В., Познякова М.Є. Дослідження ємнісних вимірювачів рівня рідини.....	63
Хорошайло Ю. Е., Ярмак І. Н., Меняйло А. Д., Сова А. В., Светличный В. А., Сезонова І. К. Методы измерения цвета.....	70

CONTENT

Golovkina L. V., Zaichenko O. B., Prihodchenko Ye. S. Methods for solving the transportation problem in wireless sensor network for avionics.....	3
Zaichenko O. B., Zaichenko N. Yagolovkina., L. V. Sensor periodicity in the microwave multiprobe multimeter influence on frequency properties.....	7
Makhonin V., Kucheruk M., Stopkan T., Malik A., Lisniak Y. The possibility of using acoustic methods of non-destructive testing.....	13
Nebrat V. V., Klyuchnyk I. I., Grishchenko O. Y., Kotlyarov D. M., Iuriev, A. V., Romanchuk V. S. Evaluation of accuracy of manufacture of details using a 3d printer.....	17
Plesnetsov Yu. A., Suchkov G. M., Plesnetsov S. Yu. Improvement of technology and calibration of rolls for the production of asymmetric bent profiles.....	22
Sirenko M. Automation of magnetic control of electric motor stator core.....	28
Sirenko M. Factors of increasing the accuracy for eddy-current methods of multi-parameter control.....	35
Smolin Yu. A. The improved method of selecting the step of discretization of indicator diagrams at digital methods and means of control of ICE parameters.....	44
Suchkov G. M. About the possibility of ultrasound electromagnetic-acoustic control of hot metal.....	53
Homyak Yu. V., Poznyakova M. E. Research of capacitive liquid meters.....	63
Horoshaylo Yu. E., Yarmak I. N., Sova A. B., Svetlichnyy V. A., Sezonova I. K. Color measurement methods.....	70