

УДК 535.6

Роман Кріль; Ярослав Осадца; Василь Бадишук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,  
Україна

### КОЛОРИМЕТРИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ НЕСАМОСВІТНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БАГАТОЕЛЕМЕНТНИХ ФОТОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Проведено розрахунок координат кольору та кольоровості поверхонь несамосвітніх об'єктів на основі виміряних спектрів дифузного відбивання.

*Ключові слова:* об'єкт, зображення, сигнал, спектр відбивання, координати кольору, координати кольоровості.

Roman Kril; Yaroslav Osadtsa; Vasyl Badyshchuk

### COLORIMETRIC MEASUREMENTS OF NON GLOWING OBJECTS BY THE HELP OF MULTIELEMENT PHOTO-CONVERTERS

The calculation of color coordinates of non glowing objects surfaces is carried out on the basis of measured spectra of diffuse reflection.

*Keywords:* object, image, signal, reflection spectrum, color coordinates, color coordinates.

Широке впровадження у світлотехнічну галузь нових підходів для визначення колірних характеристик поверхонь досліджуваних об'єктів зумовлює необхідність розробки сучасних високоточних інформаційно-вимірювальних систем з використанням комп'ютерних технологій. На даний час для колориметричних вимірювань виробниками пропонується широка номенклатура різного роду цифрових пристроїв, перевагами яких є оперативність, можливість отримання великої кількості даних одночасно, а також можливість збереження і відтворення інформації. Однак найбільш істотним недоліком таких колориметрів є їх вартість. Тому виникає завдання пошуку більш доступних пристроїв, використання яких дозволило б з достатньою точністю отримувати інформацію про колірні характеристики об'єктів. Одним з методів вирішення такого завдання є застосування багатоелементних фотоперетворювачів оптичного сигналу і пристроїв на їх основі. До таких пристроїв можна віднести цифрові фотокамери з матричними фотоелементами.

Сигнал на виході фотокамери у вигляді триколірного зображення об'єкта залежить від його спектральних характеристик відбивання або пропускання та спектру випромінювання джерела світла, яке його освітлює, а також від спектральної чутливості матричного фотоперетворювача.

Перехід із системи RGB до стандартної колориметричної системи XYZ здійснюється шляхом множення матриці кольорів RGB на матрицю переходу  $M$ :

$$\begin{pmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \cdot M = \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R \cdot a_{11} + G \cdot a_{12} + B \cdot a_{13} \\ R \cdot a_{21} + G \cdot a_{22} + B \cdot a_{23} \\ R \cdot a_{31} + G \cdot a_{32} + B \cdot a_{33} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де  $X_3, Y_3, Z_3$  – координати кольору зображення поверхні несамосвітнього об'єкта в стандартній колориметричній системі XYZ;  $a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{31}, a_{32}, a_{33}$  – елементи матриці переходу  $M$ .

У зв'язку з тим що фотокамера, як будь-який технічний пристрій володіє характеристиками які відрізняються від ідеальних моделей, а отримані зображення не відповідають стандартам, кольорові значення яких відрізняються від кольорової системи XYZ рекомендованої системи МКО, то реальні координати кольору  $X, Y, Z$  несамосвітнього об'єкта відрізняються від координат кольору  $X_3, Y_3, Z_3$ , визначених з допомогою фотокамери. Зв'язок між ними можна представити рівняннями:

$$X = k_X \cdot X_3, \quad Y = k_Y \cdot Y_3, \quad Z = k_Z \cdot Z_3, \quad (2)$$

де  $k_X, k_Y, k_Z$  – коефіцієнти пропорційності між реальними координатами кольору і координатами кольору, отриманими за допомогою фотокамери.

Для отримання даних коефіцієнтів в лабораторіях кафедри світлотехніки та електротехніки ТНТУ ім. Івана Пулюя проведено вимірювання спектральних характеристик випромінювання напівпровідникових джерел світла та відбивання поверхонь несамосвітніх об'єктів. Ці вимірювання здійснювались за допомогою розроблених автоматизованих інформаційно вимірювальних установок на базі спектрофотометрів СФ-46 та СФ-10.

На основі отриманих спектрів відбивання досліджуваних поверхонь та спектральних характеристик випромінювання напівпровідникових джерел світла, проводився розрахунок координат кольору та кольоровості поверхонь досліджуваних несамосвітніх об'єктів. Також на основі зображень цих об'єктів, отриманих з допомогою цифрових фотокамер, за формулами (1) розраховано координати кольору  $X_3, Y_3, Z_3$ . Дані координати співставлялися із координатами  $X, Y, Z$ , після чого на основі формул (2) визначалися координати пропорційності  $k_X, k_Y, k_Z$ :

$$k_X = X/X_3, \quad k_Y = Y/Y_3, \quad k_Z = Z/Z_3.$$

Таким чином для вимірювання колірних характеристик несамосвітніх об'єктів були визначені відповідні коефіцієнти для камери NikonD7000 при опроміненні білим світлодіодним світлом.