

# Інформаційні технології

УДК 556.541

doi: 10.26906/SUNZ.2018.2.059

Н.В. Глухова<sup>1</sup>, Л.А. Пісоцька<sup>2</sup><sup>1</sup>ДВНЗ «Національний гірничий університет», Дніпро<sup>2</sup>ДВНЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», Дніпро

## РОЗРОБКА МЕТОДУ АНАЛІЗУ КОЛЬОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ГАЗОРОЗРЯДНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Виконаний аналіз сучасних методів отримання та обробки зображень газорозрядного випромінювання. Представлено результати експериментальних досліджень стану людини на основі реєстрації зображень газорозрядного світіння пальців в імпульсному електромагнітному полі. Запропоновано методику аналізу кольорових зображень газорозрядного випромінювання шляхом побудови гістограм яскравості пікселів для трьох базових кольорів. Викладено правила класифікації зображень на основі використання кількісних значень глобальних та локальних екстремумів огинаючих гістограм, які розраховуються шляхом застосування пікового детектору.

**Ключові слова:** газорозрядне випромінювання, цифрова обробка зображень.

### Вступ

Аналіз характеристик плазмового випромінювання при розповсюдженні електричного розряду на поверхні фізичних та біологічних об'єктів широко використовується у техніці та медицині при дослідженні їх властивостей [1, 2].

За умови існування газового прошарку між електродами при впливі зовнішнього електромагнітного поля високої напруженості на досліджуваний об'єкт виникає газовий електричний розряд, що розповсюджується у двох формах. Перша форма отримала назву лавинного розряду, дія якого обмежується рамками простору між діелектричними поверхнями досліджуваного об'єкту та фотоматеріалом. Таким чином, лавинний розряд існує у зоні іонізації та обумовлений лавинами збуджених електронів газового прошарку. Друга форма відома під назвою ковзного розряду. Особливість існування цієї форми обумовлено коронним розрядом, що ковзає по поверхні діелектрику. Він виникає у неоднорідному електричному полі, що формується електродами з малим радіусом кривизни [3].

За умови достатнього рівня прикладеної до електродів напруги розряд набуває стримерної форми, для якої характерним є формування чітких розрядних треків навколо контуру об'єкту.

На сьогоднішній день розроблено досить багато модифікацій технічної реалізації методу газорозрядного випромінювання. У якості сенсорів для отримання зображень використовується рентгенівська або фотоплівка; цифрові камери на базі ПЗС-матриць; кольорова фотоплівка. Найбільш поширеними є перші два варіанти реєстрації, для яких розроблені відповідні методики аналізу та параметри-

зації зображень. При цьому останній варіант є перспективним, оскільки забезпечує можливість отримання значно більших об'ємів вимірювальних даних щодо досліджуваного об'єкту. Особливості та переваги аналогової реєстрації зображень газорозрядного випромінювання фізичних та біологічних об'єктів розглядаються у роботах [4-6].

### Постановка проблеми та аналіз літератури.

Кольорові зображення газорозрядного випромінювання, зареєстровані на фотоплівці, характеризуються високою інформативністю, тому представляють науково-практичний інтерес у галузі медичної діагностики. Характерні ознаки газорозрядного випромінювання обумовлено переходом електронів з низьких на більш високі енергетичні рівні та відповідний зворотній процес. Фізичні явища супроводжуються випромінюванням дискретного кванту світла (фотона). Параметри процесу випромінювання обумовлено електричним полем електродів та властивостями досліджуваного об'єкту. Саме від електронного стану досліджуваного об'єкту залежить величина імпульсів енергії, якими володіють збуджені електрони. Тому вони потрапляють на різні енергетичні рівні та випромінюють кванти світла з різною частотою хвилі, що реєструється експериментально у вигляді різнокольорового розподілу корони випромінювання навколо об'єкту.

Залежність спектру газорозрядного випромінювання від енергії електронів, що випускаються, наведено у роботі [4]: фіолетовий – 3,03 еВ; синій – 2,64 еВ; блакитний – 2,43 еВ; жовтий – 2,14 еВ; помаранчевий – 2,05 еВ; червоний – 1,82 еВ. На відміну від півтонових зображень, які реєструються на рентгенівській плівці та підлягають секторному аналізу, кольорові зображення дозволяють додатково

оцінити кольорову гаму випромінювання. Інтенсивність та кольорова забарвленість зображень газорозрядного випромінювання слугують додатковими критеріями для медичної діагностики стану організму людини. Зокрема, психофізіологічних параметрів, рівня метаболічних процесів, стану органів та їх систем. Патологічні явища в організмі напряму впливають на біоелектричні характеристики тіла та тканин, тому їх наявність відзначається у зміні кольорів на зображеннях [6].

На сьогоднішній день основною проблемою при практичному застосуванні методу кольорової аналогової реєстрації зображень газорозрядного випромінювання є фактична відсутність кількісного аналізу отриманих експериментальних даних.

**Метою даної роботи** є розробка методів аналізу кольорових зображень газорозрядного випромінювання біологічних об'єктів.

## Основна частина

Як відомо, на сьогоднішній день методи обробки та параметризації зображень мають принципово евристичний характер та вимагають індивідуальних підходів при необхідності адаптації до розв'язання певного класу задач.

Зафіксовану на кольоровій фотоплівці картину газорозрядного випромінювання математично можна представити у лінійному просторі зображень. Тоді зображення математично описується у вигляді числової функції. Оскільки зображення має конкретні контури, то функція задається на обмеженій підмножині  $X$  площини  $\mathbb{R}^2$ . Тоді позначена область  $X$  має назву поля зору. Яскравість у точці  $x$ , яка розташована у полі зору  $X$ , називається значення функції  $f(x)$  для будь-якої точки  $x \in X$ .

З метою комп'ютерного аналізу зафіксовані на кольоровій фотоплівці зображення газорозрядного випромінювання підлягають процедурі аналого-цифрового перетворення. В результаті у пам'яті комп'ютера зображення зберігається у вигляді матриці, яка представляє собою сукупність вузлів прямокутної сітки. Значення яскравості кожного вузла у полі зору  $X$  задається цілим числом.

При аналізі зображень зазвичай використовуються їх яскравісні та геометричні параметри. З цією метою використовуються проєктивні морфологічні розкладання, які базуються на структурних однорідних моделях. При такому підході зображення, як правило, поєднуються на основі незалежних лінійних проєкцій.

Кольорова фотоплівка за своєю будовою має декілька окремих шарів для фіксації кольору. Стисло розглянемо ці шари. У поперечному перерізі кольорової фотоплівки присутні наступні смуги шарів: покриття, яке попереджає скручування; протиорео-

льний шар; основа фотоплівки; чутливий до червоного кольору шар блакитної фарби; чутливий до зеленого кольору шар пурпурної фарби; смуга жовтого фільтру; чутливий до синього кольору шар жовтої фарби; шар, призначений для захисту від механічних ушкоджень. Для отримання відтінків кольорів на певних ділянках плівки використовується декілька світлочувливих шарів.

Таким чином, кольорову плівку можна розглядати як сенсор з кількома детекторами випромінювання. Кожний з  $n$  детекторів можна охарактеризувати спектральною чутливістю ( $\lambda$  – довжина хвилі випромінювання

$$w_j(\lambda) \geq 1, j = \overline{1, n}.$$

Газорозрядне випромінювання має спектральну щільність та породжує оптичні сигнали, які аналітично можна описати вектором

$$\overline{f}_e = \int_0^{\infty} \overline{w}(\lambda) e(\lambda) d\lambda.$$

Вектор спектральних чутливостей складається з компонентів, пов'язаних з детекторами кольорового газорозрядного випромінювання,

$$\overline{w} = (w_1(\cdot), \dots, w_n(\cdot)).$$

Відповідно сумарна спектральна чутливість усіх детекторів кольорової фотоплівки

$$w(\lambda) = \sum_{i=1}^n w_i(\lambda).$$

Яскравість випромінювання представляє собою сумарний сигнал

$$f_e = \int_0^{\infty} w(\lambda) e(\lambda) d\lambda \geq 0.$$

Тоді колір випромінювання

$$\overline{\varphi}_e = \overline{f}_e / f_e, \quad f_e > 0.$$

З метою аналізу кольорових зображень газорозрядного випромінювання біологічних об'єктів та розв'язання завдання виділення їх інформативних ознак у кількісній формі запропоновано проведення дослідження та параметризації гістограми яскравості для кожного каналу простору RGB (модель, у якій колір кожного пікселя цифрового зображення описується композицією з червоного, зеленого та синього кольорів, які у даному контексті називають первинними основними кольорами або компонентами). Кожна з трьох гістограм яскравості відображує відповідно розподіл R, G, B-кодів пікселів матриці за усім зображенням, а, відповідно, може використовуватись у якості інтегральної характеристики кольорової палітри газорозрядного випромінювання.

Завдання розпізнавання образів у даному випадку полягає у розподілі зареєстрованих кольорових

зображень газорозрядного випромінювання на класи (групи), які відповідають певним типам енергоінформаційної взаємодії організму. Завдання класифікації вирішується шляхом виділення інформативних ознак. У якості таких ознак запропоновано використання параметрів, отриманих шляхом розрахунків на базі амплітудного пікового детектору. Параметри являють собою значення амплітуд глобального та локальних екстремумів для згинаючої трьох гістограм кожного каналу простору RGB.

Кожну з гістограм нормують відносно її глобального максимуму, та виділяють, як характерні ознаки, у кожній гістограмі значення яскравості глобального максимуму  $D_i$  та відносну кількість пікселів першого після глобального локального максимуму  $N_i$ , потім здійснюють класифікацію характерних ознак відносно двох класів, що відповідні ментальному та рефлекторному типам енергоінформаційної активності організму людини.

На рис. 1-3 представлено відповідно гістограми червоного, зеленого, синього кольорів для людини з ментальною активністю.

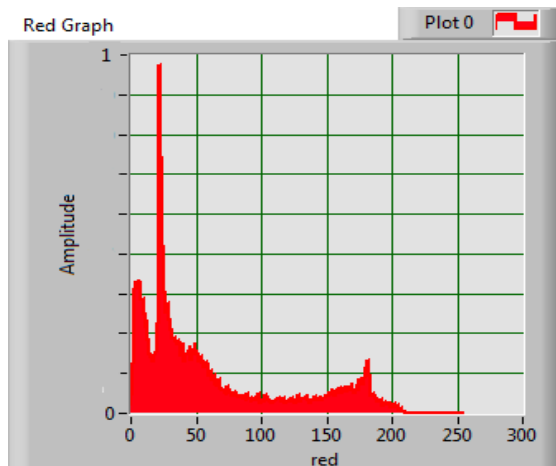


Рис. 1. Гістограма червоного кольору для газорозрядного випромінювання пальців людини з ментальною активністю

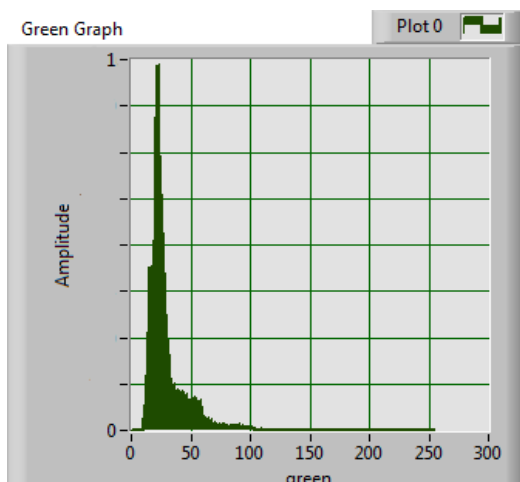


Рис. 2. Гістограма зеленого кольору для газорозрядного випромінювання пальців людини з ментальною активністю

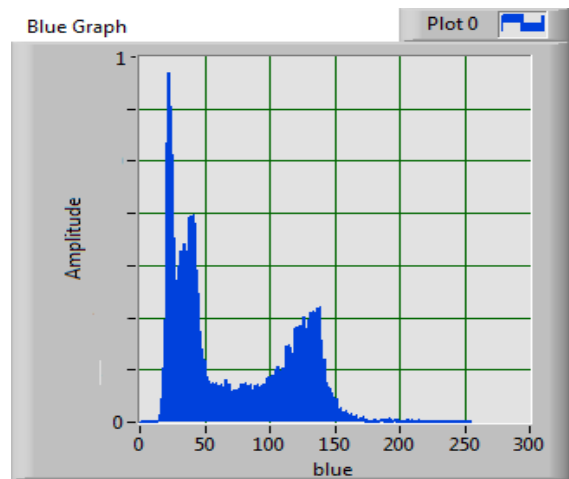


Рис. 3. Гістограма синього кольору для газорозрядного випромінювання пальців людини з ментальною активністю

На рис. 4-6 показано аналогічні графіки для людини з рефлекторною активністю.

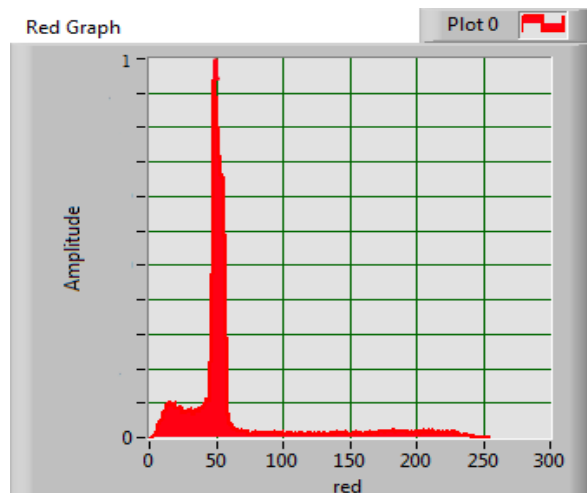


Рис. 4. Гістограма червоного кольору для газорозрядного випромінювання пальців людини з рефлекторною активністю

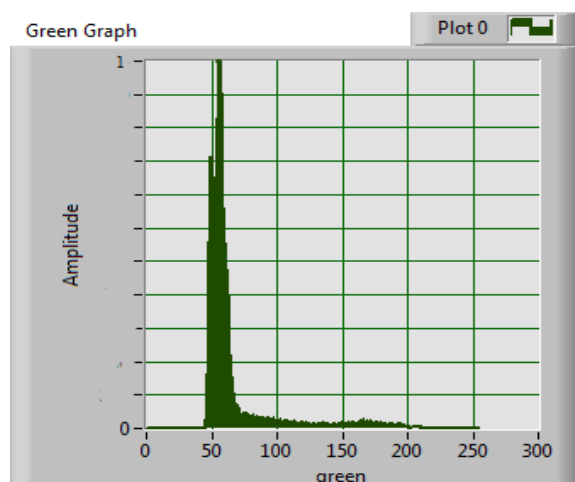


Рис. 5. Гістограма зеленого кольору для газорозрядного випромінювання пальців людини з рефлекторною активністю

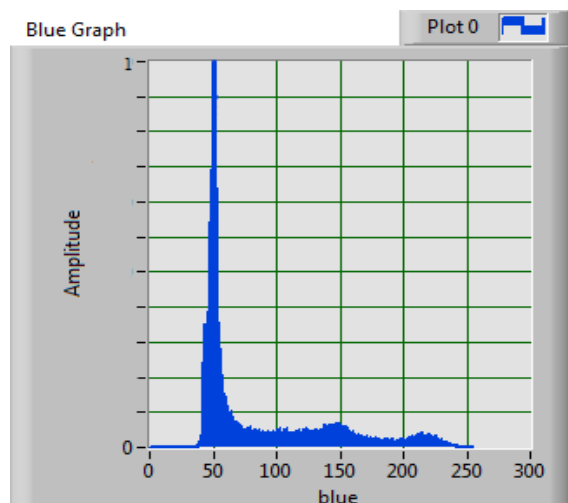


Рис. 6. Гістограма зеленого кольору для газорозрядного випромінювання пальців людини з рефлекторною активністю

Експериментально встановлена кореляція сукупності характерних ознак гістограм трьох базових кольорів у вигляді яскравості глобального максимуму  $D_i$ , та відносної кількості пікселів першого після нього локального максимуму  $N_i$  дозволяє здійснювати їх класифікацію відносно двох класів, що відповідні ментальному та рефлекторному типам енергетичної активності людини.

Сформовано наступні правила класифікації зображень за типами активності:

1) характерні ознаки для першого класу, що відповідає стану ментальній активності організму людини, мають, щонайменш для двох кольорів, наступні значення:  $D_i < 30$ ;  $0,1 < N_i < 0,8$ .

2) характерні ознаки для другого класу, що відповідає стану рефлекторної активності організму людини, мають, щонайменш для двох кольорів, наступні значення:  $D_i > 30$ , при  $N_i > 0,8$  або  $N_i < 0,1$ .

## Висновки

Розглянутий метод аналізу кольорових зображень газорозрядного випромінювання дозволяє визначати ментальну або рефлекторну активність організму людини за кількісними параметрами характерних ознак гістограм яскравості пікселів для трьох базових кольорів кожного зображення, що забезпечує підвищення достовірності аналізу енергоінформаційного стану організму людини.

## Список літератури

1. K. Korotkov and D. Korotkin, (2001) Concentration dependence of gas discharge around drops of inorganic electrolytes, *J.Appl.Phys.*, N. 89, 47-52.
2. Bell I, Lewis DA, Brooks AJ, et al. Gas Discharge Visualisation Evaluation of Ultramolecular Doses of Homeopathic Medicines Under Blinded, Controlled Conditions. *J Altern Complement Med* 2003;9;1:25-37.
3. Коротков К.Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. – СПб. СПбГИТМО (ТУ), 2001. – 360 с.
4. Ignatov I. Kirlian Effect in Modeling of Non-Equilibrium Conditions With the Gas Electric Discharge, *Simulating Primary Atmosphere / I. Ignatov, O. Mosin // Nanotechnology Research and Practice*, 2014, Vol.(3), № 3, PP. 127-140.
5. Игнатов И. Цветной коронный (Кирлиановый) спектральный анализ в моделировании неравновесных условий с газовым электрическим разрядом, имитирующей первичную атмосферу / И. Игнатов, О. Мосин // *Наукоеведение*. - №3. – 2013. – С. 47-59.
6. Игнатов И. Изучение газоразрядного свечения биологических объектов и воды методом цветного анализа кирлиана / И. Игнатов, О. В. Мосин // *Наноинженерия*. – 2014. - №10(40). – С. 3-11.

Надійшла до редколегії 29.12.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.В. Слесарев, ДВНЗ «Національний гірничий університет».

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА АНАЛИЗА ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ГАЗОРАЗРЯДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Н.В. Глухова, Л.А. Песоцкая

Выполнен анализ современных методов получения и обработки изображений газоразрядного излучения. Представлены результаты экспериментальных исследований состояния человека на основе регистрации изображений газоразрядного свечения пальцев в импульсном электромагнитном поле. Предложена методика анализа цветных изображений газоразрядного излучения путем построения гистограмм яркости пикселей для трех базовых цветов. Изложены правила классификации изображений на основе использования количественных значений глобальных и локальных экстремумов огибающих гистограмм, которые вычисляются путем использования пикового детектора.

**Ключевые слова:** газоразрядное излучение, цифровая обработка изображений.

## DEVELOPMENT OF A METHOD OF ANALYSIS OF COLOUR IMAGES OF GAS DISCHARGE RADIATION

N.V. Glukhova, L.A. Pesotskaya

We have performed the analysis of modern methods of obtaining and processing the images of gas discharge radiation. This work presents the results of experimental studies of state of people based on the images of the discharge glow fingers in a pulse electromagnetic field. A new technique is proposed for the analysis of colour images of the discharge emission based on histograms of pixel brightness for three basic colors. We have developed rules for the classification of images based on the quantitative values of the global and local extrema of histogram envelopes that are calculated using the peak detector.

**Key words:** gas discharge radiation, digital image processing.