

УДК 004.4:004.932(045)

**В. М. Курочкін**

*Національний авіаційний університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ КОЛЬОРОВИХ СКЛАДОВИХ ЗОБРАЖЕННЯ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ RANGER**

Розповсюдженою кольоровою схемою, що використовується в цифрових зображеннях, є RGB, що має три складові. Проте для різних потреб інформативність ознак відрізняється. З метою оптимізації обчислень доречним є використання найбільш інформативних складових та різних кольорових моделей. Таким чином, було встановлено, що для аналізу зображень рослинності найбільш інформативною є синя складова кольорової системи RGB та H складова моделі HSI.

*Ключові слова: Digital image, обробка зображень, інформаційна технологія, кольорова модель, RGB, YIQ, HSI.*

Распространенной цветной схемой, что используется в цифровых изображениях, является RGB, состоящая из трёх компонентов. Но для разных прикладных задач их информативность может различаться. В целях оптимизации вычислений имеет смысл использовать наиболее информативные составляющие различных цветовых моделей. Таким образом, было установлено, что для анализа изображений растительности наиболее информативной будет синяя составляющая модели RGB и H составляющая модели HSI.

*Ключевые слова: цифровое изображение, обработка изображений, информационная технология, цветная модель, RGB, YIQ, HSI.*

A common color model used in digital images are RGB that consists of three components. However, for different uses the informational content may differ as well. To optimize the calculations and achieve better result, the most informative components of different color models may be used. Thus, in the article above it was found that the most informative when dealing with vegetation images is to use blue component of RGB color system and hue component of HIS model.

*Keywords: Digital image, digital imaging, informational technology, color model, RGB, YIQ, HSI.*

---

© Курочкін В. М., 2016.

**Постановка проблеми.** З розвитком цифрової фотозйомки та доступної авіації усе актуальнішим стає обробка і аналіз цифрового зображення та відео. З використанням зображення високого розділення обсяги даних, що потребують обробки, спричиняють проблеми зі швидкістю аналізу, що посилюється наявністю трьох кольорових складових найпоширенішого цифрового формату RGB [1], якщо використовувати усі три складові. На практиці частіше зустрічається обробка монохромного зображення, коли використовується лише червона складова зображення, або усереднене значення інтенсивності кольорових складових. Проте при такому підході не беруться до уваги особливості інформативності кольорових складових для конкретних задач, що може спричинити погіршення результатів аналізу, що особливо важливо під час кластерного аналізу посівних площ [2] та аналізу розподілів інтенсивності кольорових складових для оцінки врожайності [3].

Таким чином, постає задача вивчення інформативності кольорових систем та складових для аналізу даних аерофотозйомки посівних територій методами кластерного аналізу для оптимізації обчислювальної складності обробки.

**Аналіз публікацій.** Колірний простір RGB складається з трьох складових: червоний, зелений і синій, що є рівноправними, проте у відтінках сірого світлі тони мають вищу інтенсивність, а кольори червоний, зелений і синій є дуже корельованими [4], що ускладнює роботу алгоритмів обробки зображень.

Кольорова модель має відповідати цілям обробки. Вибір найкращого уявлення кольору включає в себе аналіз того, як генерується сигнал та яку інформацію з цього сигналу необхідно вилучити. Загалом кольорові моделі можуть використовуватися для визначення кольору, розрізнення кольорів, виділення схожості між кольорами та визначення категорій кольорів тощо. Загальна класифікація кольорових систем включає такі: пристрій-орієнтовані моделі, користувач-орієнтовані та пристрій-незалежні кольорові моделі [8]. Буде логічним припустити, що найбільш значущими для обробки зображень є пристрій-незалежні кольорові моделі.

Одним з рішень проблеми інформативності кольорових складових RGB є простори кольорів.

YUC, YIQ, YCrCb, HSV, HSL тощо, де основне інформаційне навантаження несе люмінесцентна складова (яскравість зображення), а дві кольорові складові доповнюють її. Для отримання значень YIQ використовуються такі формули [1]:

$$\begin{cases} Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B, \\ I = 0.529R - 0.275G - 0.3216B, \\ Q = 0.212R - 0.538G + 0.311B, \end{cases}$$

і, відповідно,

$$\begin{cases} R = Y + 0.956I + 0.621Q, \\ G = Y - 0.272I - 0.647Q, \\ B = Y - 1.1071I + 1.704Q, \end{cases}$$

У той час, як перетворення в кольорову модель HSI є більш обчислювально складним:

$$H = \begin{cases} \Theta, B \leq G, \\ 360 - \Theta, B > G, \end{cases}$$

$$\Theta = \arccos \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{\left[ (R-G)^2 + (R-B)(G-B) \right]^{1/2}} \right\},$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)],$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B),$$

перетворення з HSI в RGB залежить від значення  $H$  і представлено в [5].

Таким чином, використовуючи моделі такого типу, є можливість проводити окремо аналіз яскравості, тону та насиченості, що для аналізу є більш інформативним, ніж частки кольорів в суміші пікселю.

Проте пошуки оптимального уявлення кольорового зображення усе ще є актуальними, так, на базі HSI розробляються нові кольорові схеми [6], [7], для використання в обробці та аналізі цифрових зображень з більшою ефективністю та швидкістю.

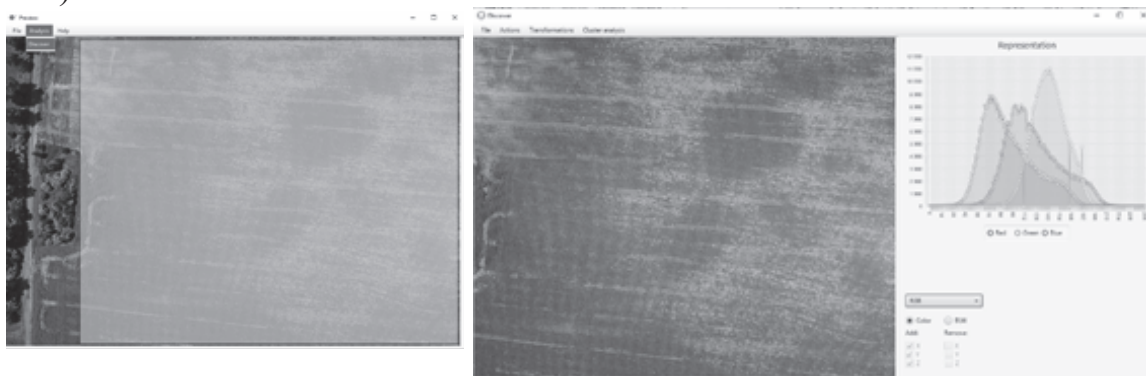
У роботі [9] проведено порівняльний аналіз використання різних кольорових моделей у поєднанні з деякими кольоровими дескрипторами при проведенні процесу класифікації над зображенням. Результати показали, що найкращий результат отримано при використанні CCV [10] та моментів первинного статистичного аналізу.

**Постановка задачі.** Мета даної статті – дослідження впливу вибору кольорової моделі та конкретних складових моделей на результати аналізу цифрового зображення.

**Основний матеріал.** Для дослідження інформативності складових

кольорових схем при аналізі цифрового зображення було побудовано програмне забезпечення Ranger мовою програмування Java 8.

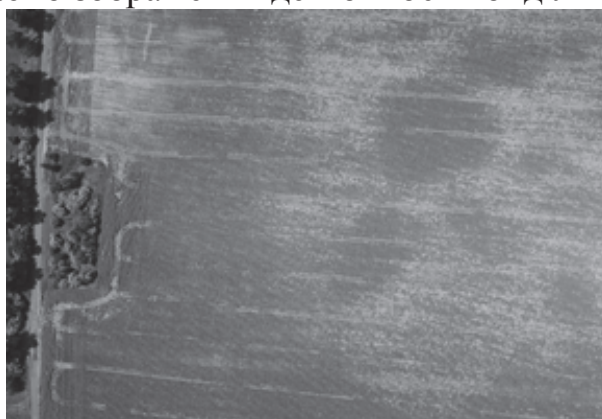
Програмне забезпечення складається з двох екранів – головного, призначеного для завантаження зображення, та виділення певної ділянки для більш ретельного вивчення у другому екрані дослідження (рис. 1).



**Рисунок 1 – Головне вікно та вікно дослідження програмного забезпечення Ranger**

Основні можливості Ranger зводяться до вибору певних кольорових моделей (RGB, YIQ, HSI) та виокремлення кольорових складових, відображення гістограми розподілу інтенсивностей та відображення монохромного зображення на основі вибраних моделей і складових. Для тестування також реалізовано ряд перетворень та проста кластеризація [2] для порівняння результатів згідно з поставленими цілями.

Отже, нехай маємо зображення деякої посівної ділянки (рис. 2).



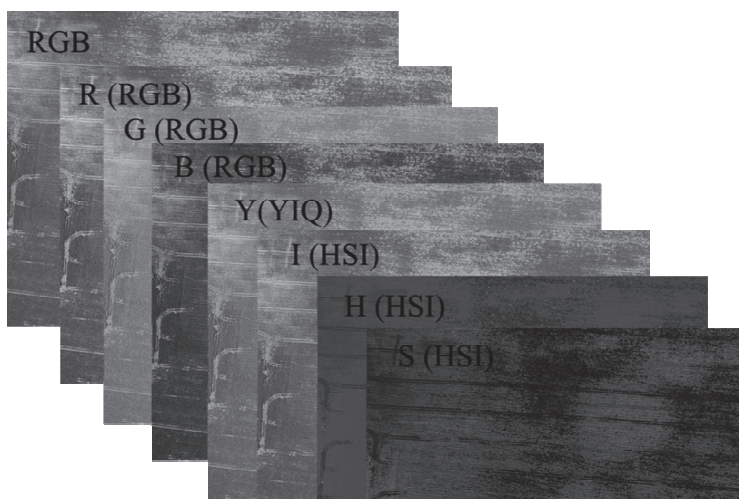
**Рисунок 2 – Ділянка поля, що підлягає аналізу**

Необхідно дослідити ефективність аналізу складових моделей RGB, YUV, HIS для відокремлення насичених рослинністю зон від пустих для визначення рівня прогнозованої врожайності території та виділення зон, що потребують додаткової уваги фермерів, наприклад, пересівання.

Розглянемо зображення (рис. 3) та гістограми (рис. 4) окремих кольорових складових, усереднених значень різних кольорових моделей.

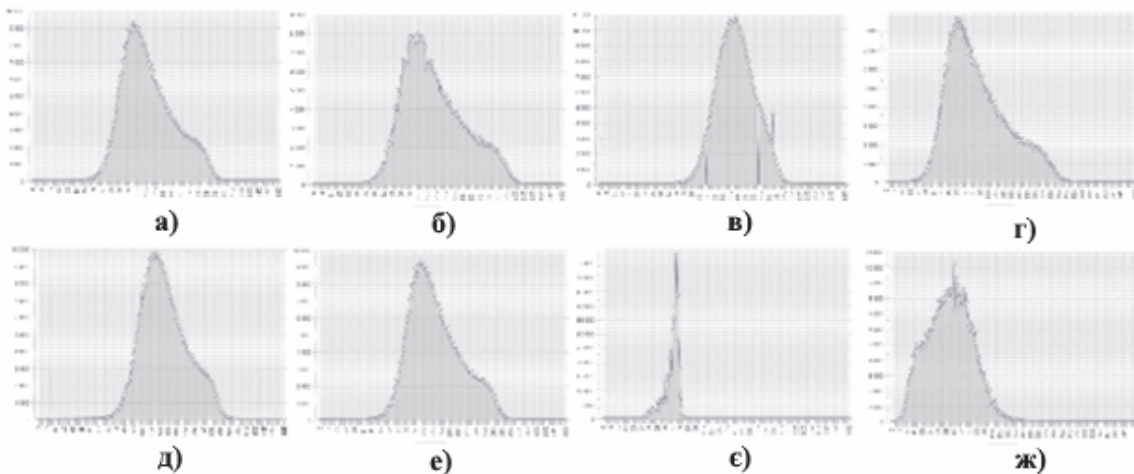
Наочно можна побачити, що зелена складова дає найбільш тьмяне зображення і гістограма найбільш наближена до нормального розподілу, в той час як червона і синя складові дають більш контрастне зображення і їх гістограми мають більш виражені ознаки суміші двох нормальних розподілів та більше значення квадратичного відхилення. Усереднене зображення є очікувано контрастнішим за зелену складову, проте тьмянішим за червону і синю, маючи теж виражену суміш двох розподілів, проте згладжену через зелену компоненту. Різний зсув відносно середнього значення кольору також призводить до згладження розподілу. Y компонента незначно відрізняється від усереднення складових RGB, а I складова моделі HSI власне і дорівнює цьому усередненню. Складові H та S моделі HSI дають додаткову інформацію, проте за гістограмою важко зробити припущення про їх вплив. Схожі гістограми можна отримати при використанні I та Q складових YIQ, що пропущені в рис. 4 через їх неінформативність.

При проведенні кластеризації зображень (рис. 5) також можна помітити таке:



**Рисунок 3 – Монохромні зображення, створені за допомогою усереднення та виділення окремих складових кольорових моделей**





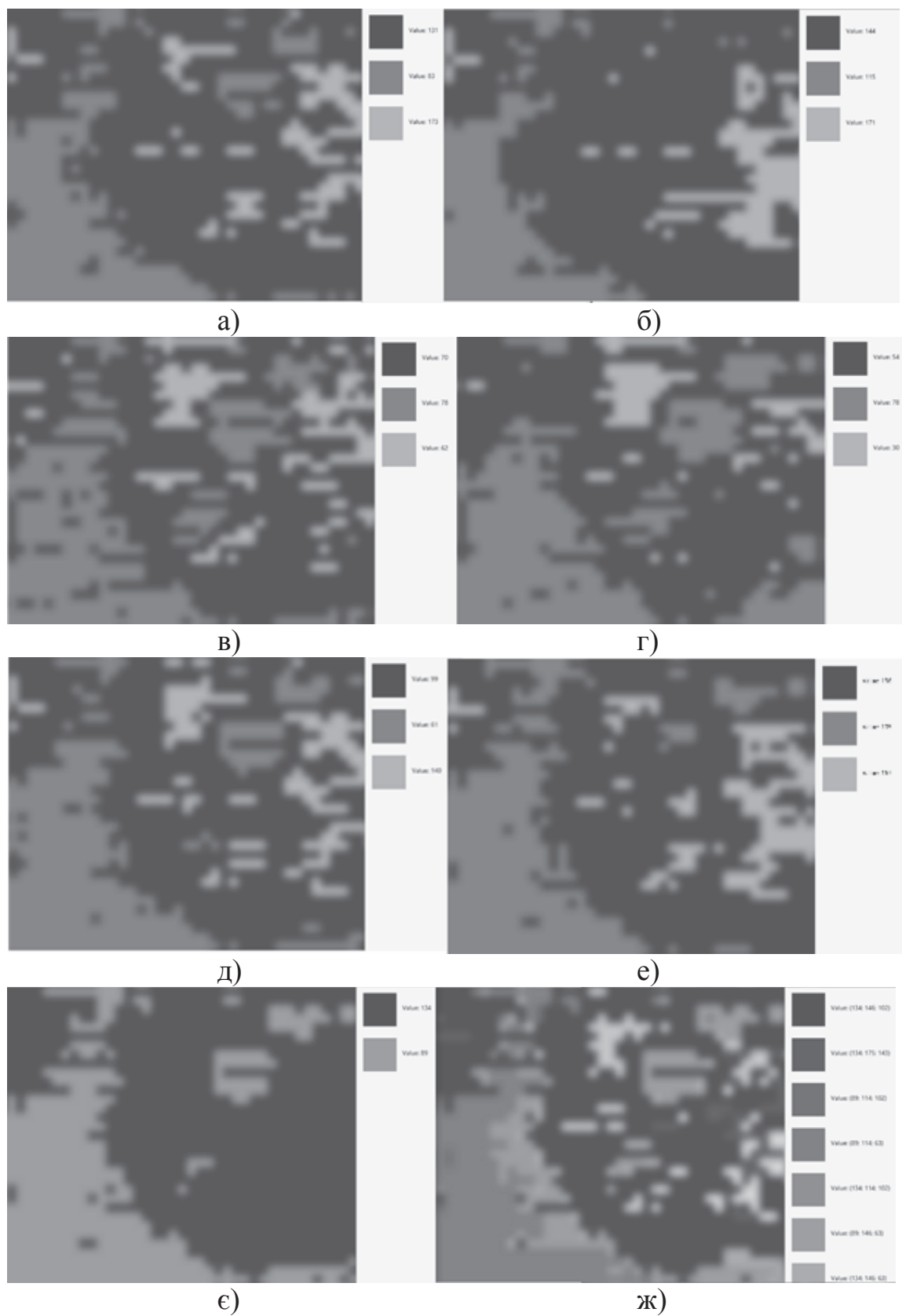
**Рисунок 4 – Гістограми розподілу значень кольорових складових кольорових моделей RGB (а – усереднення, б, в, г – складові), YIQ (д – Y складова), HSI (е – I, є – S, ж – H)**

- 1) При усередненні (рис. 5 а) отримуємо найбільш загальні результати з мінімальними деталями.
- 2) При проведенні кластеризації усіх трьох компонент моделі RGB (рис. 5 б), крім збільшеного часу обробки, ми отримуємо перенасичену інформацію, велику кількість класів, надмірну деталізацію.
- 3) Як і очікувалося, кластеризація червоної (рис. 5 в) і синьої (рис. 5 д) складових дає найбільш оптимальну деталізацію.
- 4) Зелена складова (рис. 5. г) дає найменш значущі результати.
- 5) Найповніший результат отримується при поєднанні результатів аналізу складової Y моделі YIQ (рис. 5 е) та S моделі HSI (рис. 5 ж).
- 6) Результат аналізу складової H моделі HSI (рис. 5 є) має найбільш перспективні результати, бо найкраще виділив три основні рівні зайнятості територій рослинністю.

**Висновки.** Було розроблено програмне забезпечення для аналізу інформативності кольорових складових кольорових моделей.

На прикладі зображення поля та кластерного аналізу зроблено висновки про перспективність використання додаткових кольорових систем, крім RGB, та доцільність вивчення впливу на аналіз зображення вибору кольорової моделі та певної складової залежно від очікуваного результату.

Найбільш перспективним для розв'язання задачі аналізу посівної площі та розрізнення рослинності з землею є кольорова модель HSI та особливо складова H, що відповідає за відтінок.



**Рисунок 5 – Результати кластеризації зображень на основі різних складових різних кольорових моделей зображення**

## Бібліографічні посилання

1. Біла К. О., Лигун А. О., Шумейко О. О. Комп'ютерна графіка. Дніпропетровськ. 2010. С. 83.
2. Курочкін В. М. Система «ElfinTest» обробки моніторингу довкілля на основі кластеризації // Наукоємні технології. № 2 (26). 2015. С. 127–133.
3. Курочкін В. М. Аналіз неоднорідних текстур посівних площ на основі оцінки суміші розподілів // Наукоємні технології. № 4 (28). 2015. С. 305–310.
4. Harmeet K. K., Prabhpreet K. A Review: Color Models in Image Processing // Int. J. Computer Technology & Applications. Vol. 5 (2). 2014. P. 319–322.
5. Гонсалес Р'Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Москва. 2005. 1072 с.
6. Rasras R. J., El Emary I. M. M., Skopin D. E. Developing a New Color model for Image Analysis and Processing // ComSIS. Vol. 4. No. 1. 2007. P. 43–56.
7. Nakajima N., Taguchi A. A novel color image processing scheme in HSI color space with negative image processing // ISPACS. 2014. P. 29–33.
8. Sharma B., Nayyer R. Use and Analysis of Color Models in Image Processing // Food processing and Technology. Vol. 7. 2015. URL: <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7110.1000533>.
9. Szabolcs S. Color Content Based Image Classification // 5<sup>th</sup> Slovakian Hungarian Joint Symposium of AMII. 2007. URL: [http://uni-obuda.hu/conferences/sami2007/42\\_Sergyan.pdf](http://uni-obuda.hu/conferences/sami2007/42_Sergyan.pdf).
10. Pass G., Zabith R. Histogram Refinement for Content Based Image Retrieval // IEEE Workshop on Applications of Computer Vision. 1996. P. 96–102.

*Надійшла до редколегії 13.10.16.*