

Л.А. Ковалевич, аспір.  
В.В. Котенко, к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

## ОЦІНКА КОЛЬОРОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУРШТИНУ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ОБРОБКИ ЇХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

*Запропоновано методику визначення кількісних оцінок кольорових характеристик зразків бурштину з метою їх подальшої класифікації за кольоровими ознаками.*

**Вступ.** На даний час використання інформаційно-комп'ютерних технологій – це вже необхідний інструмент обробки геологічних, гірничотехнічних та маркшейдерських даних, а застосування комп'ютерної обробки відеозображень дає можливість одержати додаткову інформацію про зовнішній вигляд поверхні природного каменю і зокрема бурштину.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** На сьогодні в Україні розвідані два родовища з промисловими запасами бурштину – це родовище «Володимировець Східний» та Клесівське родовище (ділянка Пугач). Для родовища «Володимировець Східний» характерні (в порядку спадання) такі кольори: жовті різноманітних відтінків, світло-сіро-жовтуваті, білі, коричнево-жовті, оранжеві, червоні, червоно-коричневі. Зустрічається бурштин з різним поєднанням і співвідношенням ступеню кольорів і прозорості. В одному зразку відносно часто зустрічається прозорий і непрозорий кістяний бурштин [1]. На Клесівському родовищі переважають по забарвленню жовті та помаранчеві кольори, на другому місці по розповсюдженню знаходяться прозорий та кістяний [2]. Науковці, що вивчають український бурштин, наголошують, що його кольорова гамма вигідно відрізняється від кольорів бурштину Балтії, виділяючи при цьому нетрадиційні зеленкувато-жовті, салатково-зелені та жовто-зелені відміни [3]. В [4] наголошено, що важливим моментом об'єктивної оцінки окремих зразків є той факт, що бурштин з унікальним забарвленням необхідно виділяти на ринку окремими торговими назвами, з зазначенням більшої інформації про себе. В [5] доведена можливість отримання кількісних значень кольору поверхні каменю в результаті застосування методів цифрової обробки їх зображень та використання однієї з колориметричних систем розроблених та затверджених Міжнародним комітетом по освітленню.

На сьогодні відсутня еталонна шкала кольорів українського бурштину. В Україні колір бурштину оцінюється двома способами: перший – проведення спектрального аналізу, другий – за допомогою експерта, що визначає колір візуально. Перший спосіб потребує наявності обладнання високої вартості, а другий – присутності експерта, що в обох випадках не завжди можливо. Дослідження, що висвітлені в роботі, спрямовані на розробку методики оцінки кольору бурштину, яка матиме високу точність оцінки, доступне обладнання та умови її виконання.

**Мета роботи:** розробити методику визначення кількісних оцінок кольорових характеристик зразків бурштину з метою їх подальшої класифікації за кольоровими ознаками.

**Викладення основного матеріалу.** Можливість отримання кількісних даних про колір бурштину зумовлена успіхами обчислювальної техніки та апаратури введення/виведення даних, які дозволяють отримати кольорові зображення поверхні зразка і ввести їх в обчислювальне середовище у вигляді цифрових відеозображень. Для проведення досліджень був відібраний зразок бурштину Клесівського родовища (рис. 1, а), з якого частково знята кірочка окислення. Формування відеозображення зразка було виконане за наявності відповідних засобів корекції помилок, з високою точністю відтворення кольору. Для визначення колориметричних характеристик зразка був виділений фрагмент, що зображений на рисунку 1, б.

Найбільш прийнятною системою оцінки кольорових характеристик бурштину є системи, в яких значення яскравості відокремлено від кольорових параметрів, що дозволяє окремо обробляти значення яскравості та кольору дискретних точок відеозображення. Це може бути стандартна колориметрична система Lab або HSV.



а)



б)

Рис. 1. Відеозображення зразка буритину Клесівського родовища:  
а – зразок буритину (загальний вигляд); б – фрагмент зразка, використаний для дослідження

Головна перевага системи – Lab основана на сприйнятті людини, її кольоровий обхват відповідає видимому кольоровому обхвату для стандартного спостерігача.

У системі Lab складові визначають: L – яскравість; a – значення червоно-зеленої компоненти; b – значення жовто-синьої компоненти.

Розбіжності між двома кольорами двох зразків у системі Lab встановлюють на основі обчислення розбіжності за насиченістю  $\Delta c$  чи повну кольорову різницю  $\Delta$ :

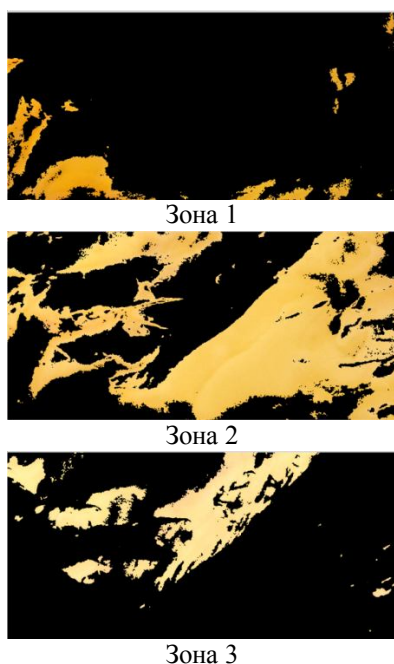
$$\Delta c = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2}; \quad \Delta = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}, \tag{1}$$

де  $\Delta a$  – різниця значень червоно-зеленої компоненти двох кольорів;  $\Delta b$  – різниця значень жовто-синьої компоненти двох кольорів;  $\Delta L$  – різниця яскравості двох кольорів.

На даному зразку були виділені зони з однотипним забарвленням (рис. 2, а-в), та для кожної визначені колориметричні значення в системі Lab, за допомогою програми MdiStones по визначенню і дослідженню кількісних значень показників кольоровості природного каменю, яка була розроблена в ЖДТУ. Результати, отримані після проведення колориметричного аналізу, надано в таблиці 1. За обчисленою площею ми бачимо домінуючий колір (це зона 2). Також обчислена розбіжність між кольорами виділених зон на основі повної кольорової різниці в системі Lab за формулою 1:

$$\Delta_{1-2} = 22,9; \quad \Delta_{1-3} = 48,9; \quad \Delta_{2-2} = 18,8.$$

Таблиця 1



Середнє значення		Дисперсія
L	71	1
a	31	2
b	70	1
Зона 1. S = 7 %		
L	79	1
a	21	1
b	51	2
Зона 2. S = 48 %		
L	85	1
a	7	2
b	40	1
Зона 3. S = 16 %		

Рис. 2. Розподілення фрагмента зразка буритину на зони з однотипним забарвленням (відхилення 10 %) для визначення домінуючого кольору

В системі HSV: Hue – кольоровий тон, змінюється в межах 0–360°, але інколи приводиться до діапазону 1–100, або 0–1. Saturation — насиченість, змінюється в межах 0–100 або 0–1. Чим більше цей параметр, тим «чистіше» колір, тому цей параметр інколи називають чистотою кольору. Value — яскравість. Також задається в межах 0–100 і 0–1 (0 – чорний ахроматичний колір, 1 – білий ахроматичний колір). Приклад результатів вимірювань геометричних та колориметричних величин зразка надано на рисунках 3–5 (вимірювання виконувались в прикладній програмі MATLAB). На рисунку 3, а початкові дані (колір кожної точки відеозображення в колориметричній системі HSV) позначені символом «+». По горизонтальній осі відкладені значення кольорового тону H точок відеозображення, а по вертикальній – значення насиченості S кольорового тону. На рисунку 3, б по вертикальній осі відкладені значення яскравості V.

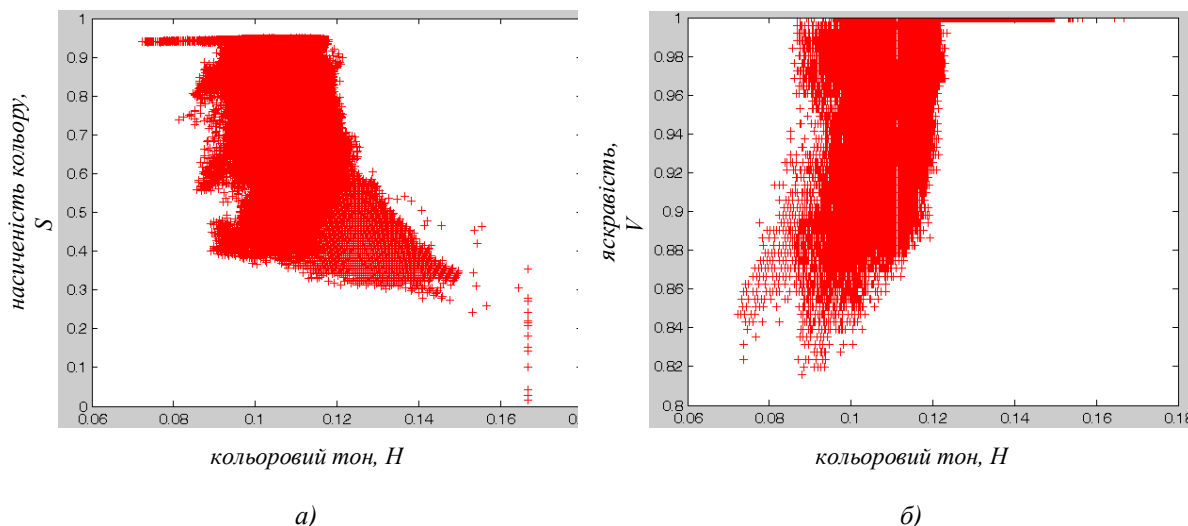


Рис. 3. Кількісні колориметричні параметри фрагмента зразка бурштину, що досліджується, в системі HSV: а – кольоровий тон–насиченість (H–S); б – кольоровий тон–яскравість (H–V)

На рисунку 4 надано гістограми розподілу значень кольорового тону H, насиченості S кольорового тону та яскравості V для всіх точок відеозображення, що досліджується.

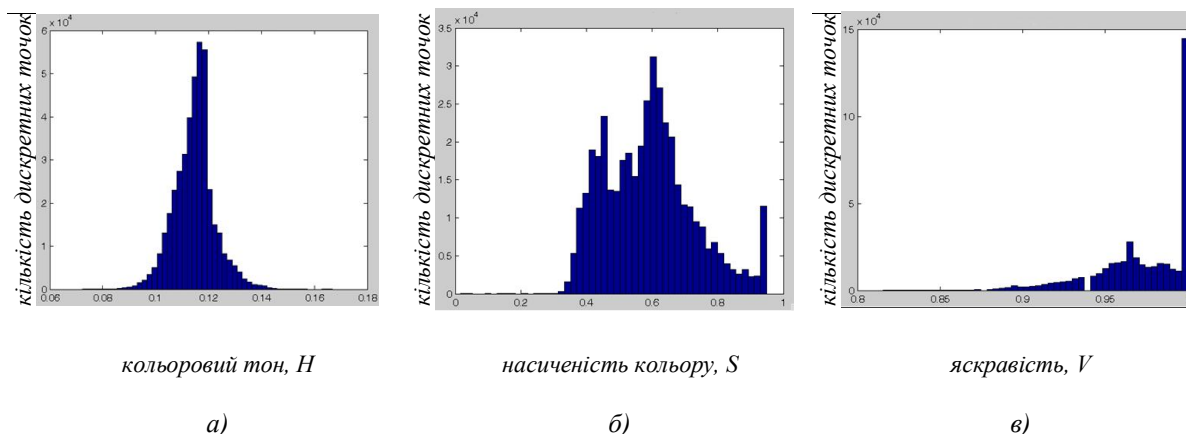


Рис. 4. Гістограми розподілу значень: а – кольорового тону H; б – насиченості кольорового тону S; в – яскравості V

В кольоровій моделі HSV для більшої зручності часто використовують кольорове коло, «розгортаючи» тривимірний простір HSV на двовимірний екран комп'ютера. В даному випадку координата H визначається полярним кутом (при цьому червоному кольору відповідає кут  $0^\circ$ , зеленому –  $120^\circ$  і т. д.), S – радіус-вектором, а V – Z координатою. Тобто відтінок змінюється при русі вздовж кола циліндра, насиченість – вздовж радіуса, а яскравість – вздовж висоти. На практиці кількість рівнів насиченості та відтінків зменшується при наближенні яскравості V до нуля (тобто на відтінках близьких до чорного), але «математично» дана модель має високу точність. Розподіл кольорових значень фрагмента зразка бурштину, що досліджується представлений на рисунку 5.

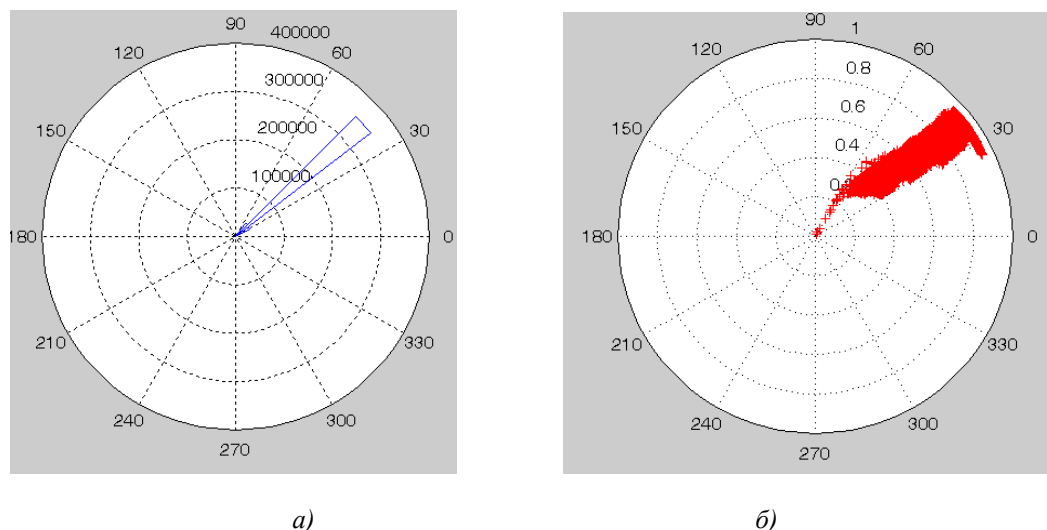


Рис. 5. Гістограми розподілу значень кольору фрагмента зразка в кольоровому колі HSV:  
а –  $H$  – кольоровий тон; б – кут – кольоровий тон  $H$ ; радіус – насиченість кольору  $S$

**Висновки.** Провівши дослідження, встановлено, що точність оцінки кольорових характеристик бурштину на основі комп'ютерної обробки їх зображень, вища, ніж візуальна оцінка та запропонований метод оцінки кольору не потребує дорогого обладнання та особливих умов для отримання результатів.

Пропонуються параметри зразків-еталонів обробити за допомогою цифрових зображень та зафіксувати їх значення кількісно, а якщо виконати аналогічні виміри з іншими зразками і провести порівняння, то це призведе до зменшення розбіжностей у порівняльних оцінках.

За результатами виконаних досліджень пропонуємо таку методику визначення колориметричних характеристик бурштину:

1. Формування відеозображення зразка з високою роздільною здатністю та точністю відтворення кольору з використанням відповідних сучасних засобів корекції помилок.

2. Обробка відеозображення в системах, які дозволяють окремо визначати значення яскравості та кольору дискретних точок відеозображення, рекомендуємо стандартні колориметричні системи Lab або HSV.

3. Визначення домінуючого та супутніх забарвлень, приділяючи особливу увагу забарвленням унікальним.

4. Інтерпретація отриманих результатів, відповідно до поставленої мети.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Артишук В.Г.* Попередня геолого-економічна оцінка (ГЕО-2) доцільності промислового освоєння і подальшої розвідки родовища бурштину «Володимировець Східний» у Володимирецькому районі Рівненської області, 2008 р.
2. *Махортих О.В.* Отчет о поисково-оценочных работах на янтарь на участках Мелиоративная и Федоровская Клесовского месторождения янтаря за 1994–2002 гг.
3. *Нестеровський В.А.* Речовинний склад і гемологічна оцінка українського бурштину / *В.А. Нестеровський* // Український бурштиновий світ. Перша Міжнародна конференція. – К., 2007.
4. *Індутний В.В.* Оцінювання бурштину-сирцю / *В.В. Індутний* // Коштовне та декоративне каміння. – 2001. – № 1 (23). – С. 3–10.
5. Застосування інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеоінформації в гірничо-геологічній галузі / *А.О. Криворучко та ін.* // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2005. – № 1 (32). – С. 133–142.

КОВАЛЕВИЧ Людмила Анатоліївна – аспірант кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- видобування і використання коштовного каміння;
- маркшейдерська справа.

КОТЕНКО Володимир Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- маркшейдерська справа.

Подано 17.08.2011

