

УДК 004.92

Л.Ю.Федік

Луцький державний технічний університет

## АНАЛІЗ КОЛІРНИХ МОДЕЛЕЙ HSV/HSB, HLS, lab

*У статті дана характеристика колірних моделей, які знайшли широке застосування в професійних графічних програмах: HSV/HSB, HLS, lab. Проведений аналіз якості відображення в апаратному просторі. Описано палітру кольорів зображень для публікації в Інтернеті. А також програмні розробки та пристосувань для створення нових колірних моделей.*

Ключові слова: колір, модель, колірний обхват, зображення, монітор, комп'ютер.

Колірне охоплення екрану монітора, офсетного друк або фотознімка набагато менше, ніж людського ока. Їх колірне охоплення – це діапазон кольорів, що можуть бути відтворені, зафіксовані чи описані будь-яким чином.

У зв'язку з різницею в колірних охопленнях різних пристроїв та різними принципами утворення кольору, для передачі й одержання зображень були створені різні моделі кольорів. Оскільки жодна з моделей не є ідеальною і повною за колірним охопленням.

Призначенням колірної моделі є надати засоби обпису кольору в межах деякого колірного охоплення і забезпечити інтерполяцію кольорів для взаємозв'язку між пристроями з різними колірними охопленнями і способами отримання кольору [2].

У комп'ютерній графіці широке застосування знайшли колірні моделі HSV/HSB і HLS.

Колірна модель HSV/HSB є нелінійним перетворенням колірної моделі RGB. Вона широко застосовується дизайнерами і художниками. Завдяки практично універсальності для кольорокорекції. У всіх графічних додатках ця модель присутня в тому чи іншому вигляді.

HSV/HSB не залежить від устаткування і зручна для сприйняття людиною. Оскільки людина інтуїтивно сприймає колір, розділяючи його на відтінок, насиченість і яскравість. Саме тому з нею часто працюють різні програми, надалі перетворюючи кольори в модель RGB для показу на екрані монітора чи в модель CMYK для друку на принтері. Крім того, модель HSV/HSB зручно використовувати при редагуванні малюнків.

Отже, компонентами моделі HSV/HSB є Hue (тон або відтінок), Saturation (насиченість) і Value (значення кольору, колірний тон, кількість світла чи світлота), Brightness (яскравість).

Модель HSV/HSB зручно представляти у вигляді кольорового круга, уздовж якого розташовуються відтінки кольорів. Значення кольору вибирається як точка на крузі (чи вектор, що виходить з центру окружності і вказує на дану точку), рис. 9. Різні відтінки розміщуються по окружності, яка становить 360°. Кольори йдуть у спектральному порядку і замикаються пурпуровим.

Модель HSV/HSB має досить широкий колірний обхват. Він не такий великий, як у Lab, але більший ніж у CMYK.

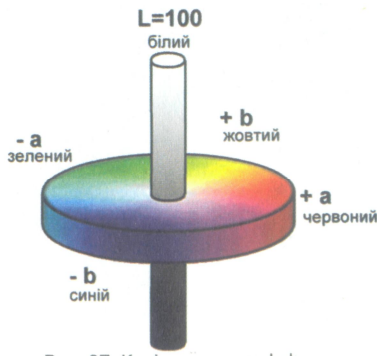


Рис. 9. Графічне представлення колірної моделі HSV/HSB

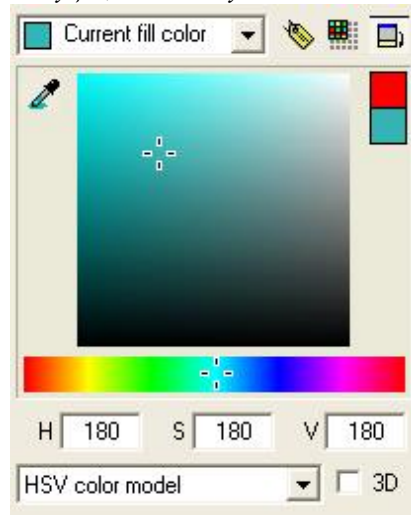


Рис. 11. Утворення кольору в HSV/HSB моделі

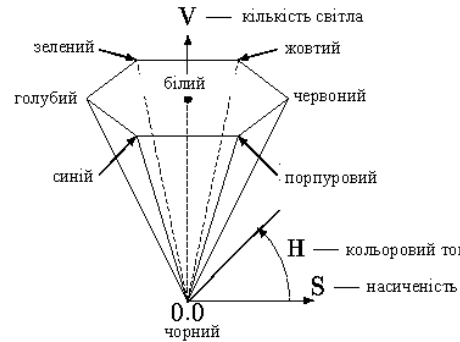
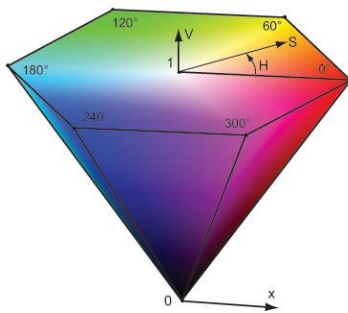


Рис. 10. Колірні моделі HSV представлена у вигляді світлової шестигранної піраміди

Модель HSV/HSB зручно представляти у вигляді колірної моделі. Значення кольору вибирається як точка на колі (чи вектор, що виходить з центра окружності і вказуючий на дану точку). Різні відтінки розміщуються по окружності, яка становить 360°. Зокрема, 0 - червоний, 60 - жовтий, 120 - зелений, 180 - блакитний, 240 - синій, 300 - пурпуровий, тобто додаткові кольори розташовані один проти одного відрізняються на 180°, рис. 9. Застосовується спосіб представлення цієї колірної моделі у вигляді світлової шестигранної піраміди. При цьому по вертикальній осі відкладається значення V, а відстань від осі до бічної грані в горизонтальному перетині відповідає параметру S (за діапазон зміни цих величин приймається інтервал від нуля до одиниці), рис. 10. Шестикутник, що лежить в основі піраміди, являє собою проекцію колірної моделі куба в напрямку його головної діагоналі, перевернутий шестигранний конус. Тон кольору H задається кутом, відкладеним навколо вертикальної осі відрахованим від червоного. Точки на самій окружності відповідають чистим (максимально насиченим) кольорам. Точка в центрі відповідає нейтральному кольору мінімальної насиченості (білий, сірий, чорний – це залежить від яскравості). Тобто можна сказати, що кут нахилу вектора визначає відтінок, довжина вектора – насиченість кольору. Величина S змінюється від нуля на осі конуса, до одиниці на його гранях. Значенню V=0 відповідає вершина піраміди (чорний колір), значенню V=1 – основа піраміди; кольори при цьому найбільш інтенсивні. Точка з координатами V=1, S=0 - центр основи піраміди відповідає білому кольору. Проміжні значення координати V при S=0, тобто на осі піраміди, відповідають сірим кольорами, якщо S=0, то значення відтінку H вважається невизначеним. S=1, якщо точка лежить на бічній грані піраміди.

Розширенням колірної моделі HSV/HSB є HLS. Параметрами якої є Hue, Lightness, Saturation, відповідно: кольоровий тон, світлимість, насиченість, рис. 12. Різниця між моделями HSV/HSB і HLS полягає в заміні нелінійного компоненту яскравість на лінійний компонент освітлений. Різниця між HSV/HSB і HLS у тому, що в основній моделі HSV/HSB є власна яскравість об'єкту (ніби приймаємо його за джерело світла), а в HLS враховується світлимість об'єкту (яскравість відбитого від нього світла). Іншими словами, в HSB «джерело» - Сонце, а в HLS - Місяць...

В основі колірної моделі HLS лежить система Освальда. Ця модель утворює простір у формі подвійного конуса. Колірний тон задається кутом повороту навколо вертикальної осі конусів. За початок відліку прийнятий синій колір. Кольори йдуть у спектральному порядку і замикаються пурпуровим. Отже, по вертикальній осі відкладається L (світлимість), а інші два параметри задаються як і в HSV/HSB. Ця модель утворює підпростір, що представляє собою подвійний конус, у якому чорний колір задається вершиною нижнього конуса і відповідає значенню  $L=0$ , білий колір максимальної інтенсивності задається вершиною верхнього конуса і відповідає значенню  $L=1$ . Максимально інтенсивні кольорові тони відповідають основі конусів з  $L=0,5$ , що не зовсім зручно. Тон кольору H, аналогічно системі HSV/HSB, задається кутом повороту. Насиченість S змінюється в межах від 0 до 1 і задається відстанню від вертикальної осі L до бічної поверхні конуса. Тобто максимально насичені кольори розташовуються при  $L=0,5$  і  $S=1$ .

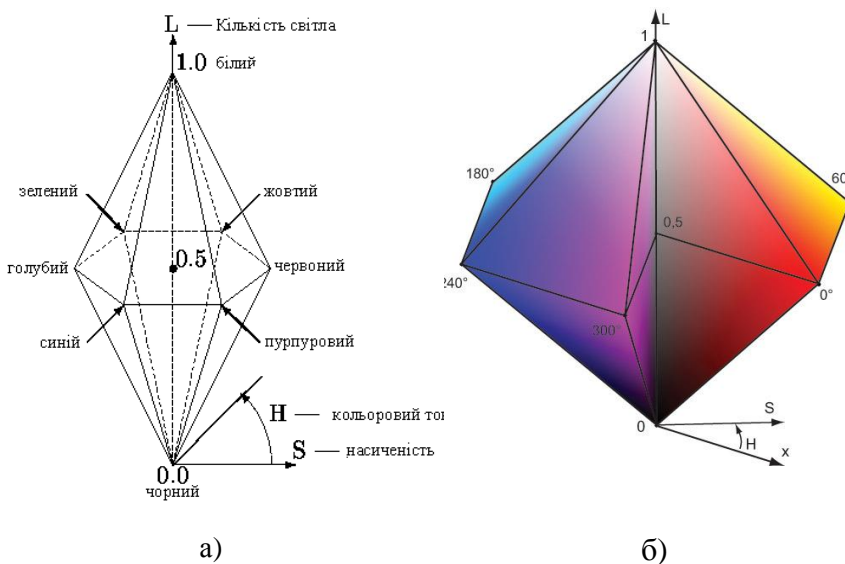


Рис. 12. Колірна модель HLS у вигляді світлової подвійної шестигранної піраміди

У комп'ютерній графіці широко застосовується кольорова модель Lab. Вона була розроблена в 1931 році. У 1976 році модель Lab була вдосконалена і названа CIE Lab. Оскільки модель апаратно-незалежна, то вона відтворює одні й ті ж кольори незалежно від особливостей пристрою (монітора, принтера чи комп'ютера).

Модель Lab базується на людському сприйнятті кольору. При однаковій інтенсивності око людини сприймає зелений колір променів найбільш яскравим, дещо менш яскравим – червоний колір, і ще більш темним – синій. Яскравість при цьому є характеристикою сприйняття, а не характеристикою самого кольору. При розробці моделі Lab переслідувалася мета математичного коректування нелінійності сприйняття кольору людиною [2].

Цій моделі віддають перевагу в основному професіонали, оскільки вона суміщає переваги як CMY, так і RGB, а саме забезпечує доступ до всіх кольорів, працюючи з досить великою швидкістю. А також вона відрізняється трохи незвичайною побудовою ніж у інших колірних моделях. Побудова кольорів тут, так як і в RGB, базується на злитті трьох каналів.

Будь-який колір у колірній моделі Lab обумовлюється параметрами L - яскравість (Lightness) і хроматичними складовими – двома декартовими координатами: **a**, (змінюється від зеленого до червоного, через сірий) і **b** (змінюється від синього до яскраво жовтого через сірий), рис. 13-15. Lightness здійснює контроль за яскравістю кольорів, утворених **a** і **b**. Білий колір співставляється з максимальною інтенсивністю. **L** лежать в межах 0-100, а **a** і **b** -200-200. Якщо **a** і **b** рівні 0, змінюючи **L**, отримуємо зображення, що містить градації сірого (grayscale). Під час змішування двох кольорів результуючий буде більш яскравим, що є ще однією подібністю з колірною моделлю RGB, рис. 16.

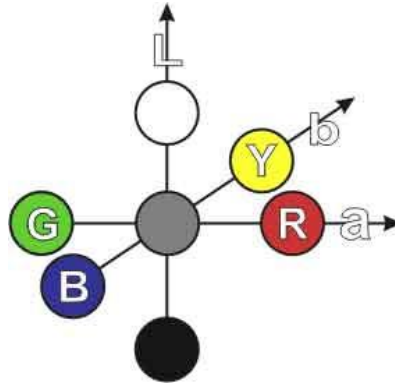


Рис. 13. Графічне представлення колірної моделі CIE Lab

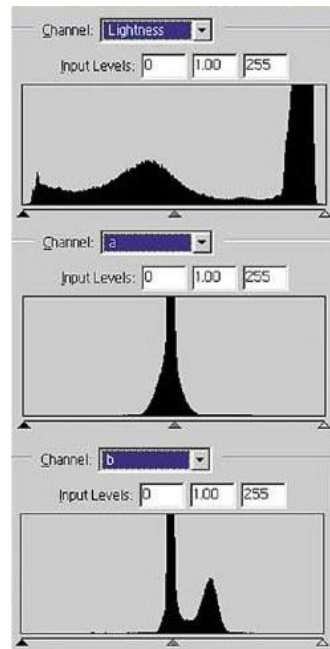
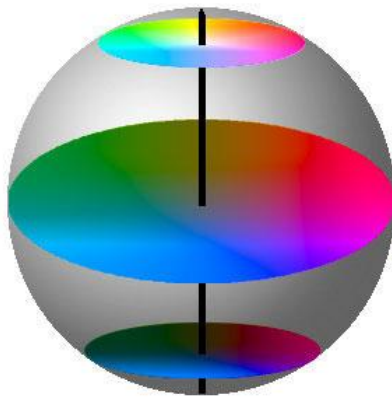


Рис. 14. Графічне представлення колірної моделі Lab

Рис. 15. Канали моделі Lab

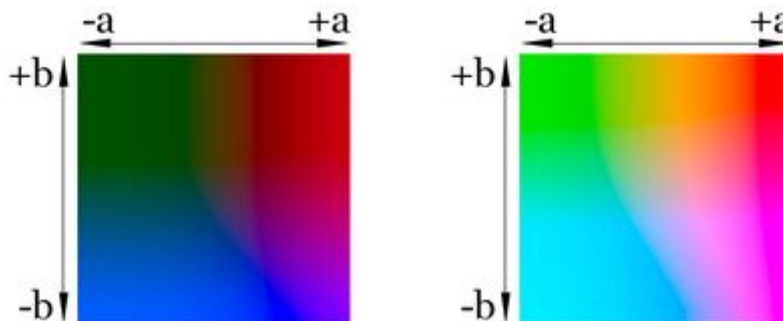


Рис. 16. Приклад зміни яскравості в кольорій моделі Lab

Професіонали застосовують цей колірний простір навіть для створення складних масок і кардинальних змін кольорів документа. Оскільки модель має величезний колірний обхват, перевід у неї не пов'язаний з втратами. Можна в будь-який момент перевести зображення з RGB в Lab і назад, і при цьому його кольори не зміняться.

На відміну від кольорових просторів **RGB** або **СМЯК**, які є, по суті, набором апаратних даних для відтворення кольору на папері чи на екрані монітора (колір може залежати від типу друкарської машини, марки фарб, вологості повітря в цеху чи виробника монітора і його настройок), Lab визначає колір. Оскільки, яскравість у моделі Lab цілком відділена від кольору, то це робить модель зручною для регулювання тонової характеристики (підвищення контрасту, виправлення похибки тонових діапазонів) і видалення кольорового шуму (у т.ч. розмивка растру і видалення регулярної структури зображень в форматі JPEG), різкості та інших тонових характеристик зображення.

Враховуючи позитивні характеристики, а саме величезний колірний обхват, модель Lab знайшла широке застосування в програмному забезпеченні для обробки зображень як проміжна колірний простору, через яку відбувається конвертація даних між іншими кольоровими просторами під час їх підготовки (наприклад, з RGB сканера в СМЯК друкованого пристрою). При цьому особливі властивості Lab зробили редагування в цьому просторі потужним інструментом корекції кольору. (рис. 87; кольорове зображення на форзаці у кінці книжки).

Зображення, що готуються для публікації в Інтернеті, прийнято створювати в так званій безпечній палітрі («web-safe» palette) кольорів. Вона є варіантом індексної палітри. Але файли зображень у Web-графіці повинні мати мінімальний розмір, тому необхідно відмовитися від включення в їх склад індексної палітри. Для цього була прийнята єдина фіксована палітра кольорів, названа безпечною, тобто така, що забезпечує правильне відображення кольорів на будь-яких пристроях (і в програмах), підтримуючих єдину палітру. Безпечна палітра містить всього 216 кольорів, що пов'язане з обмеженнями, вимогами сумісності, накладаючими, з комп'ютерами, що не відносяться до класу IBM PC.

Для створення кольорів, відсутніх в індексній палітрі, застосовують спеціальний метод Error Diffusion Dithering. Це метод імітації (Dithering), в якому передача кольорового півтону в точковому зображенні, відсутнього в стандартній палітрі, досягається за рахунок змінних пікселів двох або доступніших кольорів. Оптичне змішення кольорів у оці глядача, що не має можливості розглянути окремо суміжні пікселі, створює ілюзію присутності на малюнку кольору, насправді відсутнього в палітрі. Для кольорів, що сильно відрізняються від кольорів палітри, ця техніка приводить до створення зернистих зображень.

Отже, колірні моделі HSV/HSB, HLS широко застосовуються для роботи дизайнерів і художників, Lab – для обробки зображень як проміжна колірний простору через яку відбувається конвертація даних між іншими кольоровими просторами. Для подання графічних об'єктів у Інтернеті набула поширення спеціальна палітра «web-safe» palette.

1. Блінова Т.О., Порєв В.М. Комп'ютерна графіка / За ред. В.М. Порєва. – К.: Видавництво «Юніор», 2004. – 456 с.

2. Горобець С.М. Основи комп'ютерної графіки: Навч.пос. / За ред. М.В. Левківського. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 232 с.