

КОЛІРНІ МОДЕЛІ

Адитивна колірна модель RGB:

Адитивна модель кольору найпростіша для розуміння. Вона є досить штучним прийомом, оскільки продиктована технологією виготовлення електронно-променевих трубок. Це апаратно-орієнтована модель, в якій кольори описуються за допомогою складання трьох базових кольорів – червоного, зеленого, синього – в різних пропорціях. Тому модель RGB називають адитивною (від англ. «add» – складати, додавати). Кольори також називають колірними каналами моделі RGB.

Модель названа за першими буквами англійських слів:

R (RED) – червоний;
G (GREEN) – зелений;
B (BLUE) – синій.

Кожен з базових кольорів може приймати інтенсивність (насиченість) у діапазоні від 0 до 255. Повна кількість кольорів, які представляються цією моделлю, дорівнює $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$. За допомогою моделі RGB описуються кольори, що отримуються змішуванням світлових променів. Дану модель використовують монітори, телевізори, сканери, слайд-проектори, кольорові лампи реклами і інші пристрої, в яких колір виходить шляхом змішування світлових пучків. Вона також використовується для опису кольорів на сторінках Інтернету в спеціальному шістнадцятковому вигляді (#RRGGBB).

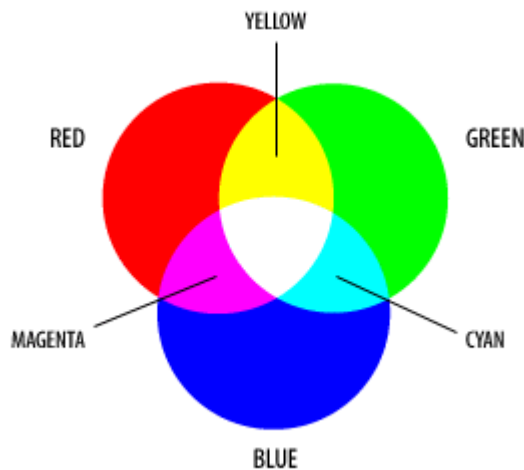


Рис.2 Комбінації базових кольорів моделі RGB

Змінюючи інтенсивність свічення кольорових крапок, можна створити велике різноманіття відтінків. Якщо інтенсивність кожного з них максимальна (255), то виходить білий колір. Відсутність всіх трьох кольорів дає чорний колір. Якщо змішуються всі кольори з однаковою інтенсивністю (але не максимальною і не мінімальною), отримуємо сірий колір.

Для зображення адитивної моделі найчастіше застосовують одиничний куб з розподілом кольорів уздовж одиничних векторів (рис. 3). Початок відліку (0,0,0) відповідає чорному кольору. Максимальне значення RGB (1,1,1)

відповідає білому кольору, $(1;0;0)$ – червоному, $(0;1;0)$ – зеленому, $(0;0;1)$ – синьому.

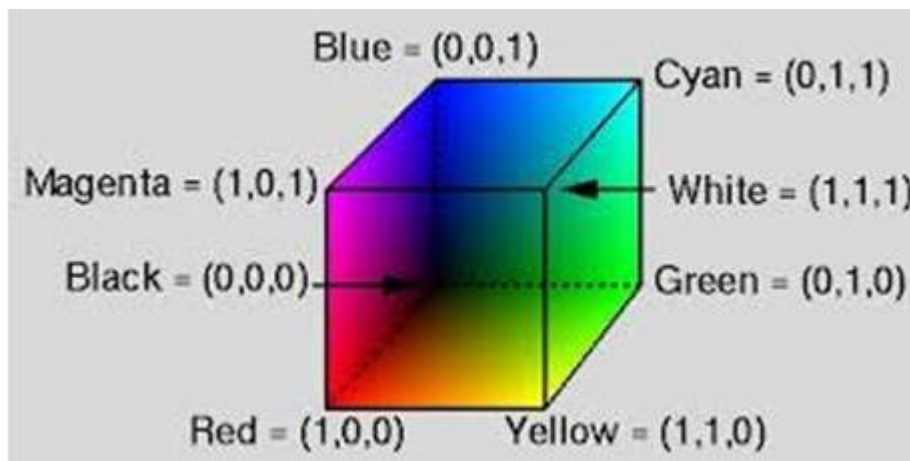


Рис. 3. Колірний куб моделі RGB

На сьогодні система RGB є офіційним стандартом. Рішенням Міжнародної Комісії з освітлення (МКО) в 1931 р. були стандартизовані основні кольори. Комісія рекомендувала використовувати як R , G , B такі монохроматичні кольори: випромінювання хвиль довжиною для R – 700 нм, для G – 546,1 нм, для B – 435,8 нм.

Недолік моделі RGB полягає в тому, що не всі кольори, утворені в ній, можна вивести на друк. Проте більше 16 млн кольорів, що представляються в RGB, виявляються цілком достатніми для практичних потреб. Іншими словами, кольори на екрані вашого монітора можуть виглядати інакше при їх виведенні на друк, причому ця відзнака може виявитися принциповою, а не обумовленою низькою якістю принтера або монітора.

Субтрактивна колірна модель СМУК:

Субтрактивна модель використовується для підготовки не екранних, а друкованих зображень, тобто для пристроїв, які реалізують принцип поглинання (віднімання) кольорів. Друковані зображення відрізняються від екранних зображень тим, що їх бачать не у світлі, що проходить, а у відбитому світлі, оскільки аркуш паперу не випромінює світло.

Базовими кольорами моделі СМУ є кольори, які виходять у результаті віднімання основних кольорів RGB від білого. Звідси назва моделі субтрактивна (від англ. «to subtract» – віднімати). Базові кольори моделі СМУ:

C (CYAN) – блакитний = білий - червоний = зелений + синій;

M (MAGENTA) – пурпурний = білий - зелений = червоний + синій;

Y (YELLOW) – жовтий = білий - синій = червоний + зелений.

Наприклад, коли на поверхню паперу нанести блакитний (суан) колір, тоді червоне світло, що падає на папір, повністю поглинатиметься. Отже, блакитна фарба, так би мовити, віднімає червоний колір від білого, який є сумою червоного, зеленого і синього кольорів, тобто відбивається лише зелена та синя складові світла, що і дає блакитний колір. Аналогічно жовта фарба (Yellow) поглинає синій колір, а пурпурна

(Magenta) – зелений. Білий папір виглядає білим тому, що він відбиває всі кольори і жоден не поглинає.

На рис. 4 показано, як різні комбінації блакитного, жовтого і пурпурного кольорів, що дають червоний, синій і зелений кольори. Таким чином, система координат СМУ – той же куб, що і для RGB, але з початком відліку в точці, що відповідає білому кольору. Колірний куб моделі СМУ наведено на рис.5.



Рис.4 Комбінації базових кольорів моделі СМУК

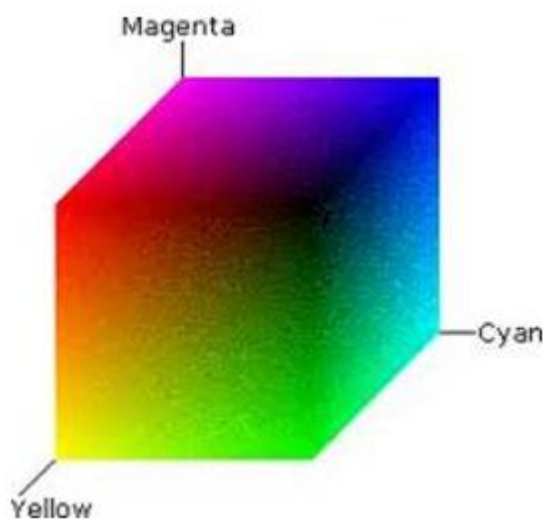


Рис. 5. Колірний куб моделі СМУК

Істотною проблемою в поліграфії є чорний колір. Теоретично його можна отримати змішуванням трьох доповнювальних фарб, але на практиці змішування цих трьох кольорів дає невизначений темно-коричневий колір. Отримати на папері чорний колір шляхом змішування трьох фарб складно і незручно через те, що реальні фарби не є абсолютно чистими, через великі витрати дорогого чорнила та високу вологість паперу на струменевих принтерах, а також через небажані візуальні ефекти, тому в принтерах до базових фарб СМУ доводиться додавати ще й фарбу чорного кольору (black). Така модель кольору називається СМУК. При друці малюнка на кольоровому принтері з чотирма кольорами драйвер принтера перетворює

RGB-малюнок у модель CMYK. Однак багато відтінків, створених в кольоровій системі RGB, не вдається передати при друці на принтері. А це означає, що колірне охоплення системи CMYK менше, ніж колірне охоплення системи RGB. Водночас варто зазначити, що лише частину кольорів, які зустрічаються в природі і сприймаються людським зором, можна відтворити на екрані монітора, тобто колірне охоплення моделі RGB вужче, ніж колірне охоплення людського ока. Як видно, жодна з моделей не є повною за колірним діапазоном.

Модель HSB:

Системи кольорів RGB і CMYK базуються на обмеженнях, які накладаються апаратним забезпеченням (моніторами комп'ютерів у разі використання RGB і друкарських фарб у разі CMYK). Більш інтуїтивним способом опису кольору є представлення його у вигляді тону, насиченості і яскравості – система HSB (Hue – тон або відтінок, Saturation – насиченість, Brightness – яскравість) (рис. 6).

HSB не строга математична модель, але вона дуже зручна для підбору відтінків і кольорів. Ця модель заснована на моделі RGB, але має циліндричну систему координат. Будь-який колір в моделі HSB визначається своїм колірним тоном (власне кольором), насиченістю (тобто відсотком доданої до кольору білої фарби) і яскравістю (відсотком доданої чорної фарби).

Перевага HSB перед іншими моделями полягає в тому, що вона більше відповідає природі кольору і добре узгоджується з моделлю сприйняття кольорів людиною. Тон є еквівалентом довжини хвилі світла, насиченість – інтенсивності хвилі, а яскравість – загальної кількості світла. Модель HSB відповідає поняттю кольору, яке використовують професійні художники. У них зазвичай є декілька основних фарб, а всі інші виходять додаванням до них білої і чорної. Таким чином, потрібні кольори – це деяка модифікація основних фарб: освітлених або затемнених. Хоча художники і змішують фарби, але це вже виходить за рамки моделі HSB.

Тон – це основний колір, який можна виділити в кольорі (довжина хвилі, яка переважає при випромінюванні).

Насиченість кольору характеризує його «чистоту»: чим вона більша, тим колір «чистіший» (тобто ближче до тонової хвилі). Нульова насиченість відповідає сірому кольору, а максимальна насиченість – найбільш яскравому варіанту даного кольору. Можна вважати, що зменшення насиченості відповідає додаванню білої фарби. У білому кольорі насиченість дорівнює 0, оскільки неможливо виділити його колірний тон.

Під *яскравістю* розуміється ступінь освітленості. При нульовій яскравості колір стає чорним. Максимальна яскравість при максимальній насиченості дають найбільш виразний варіант даного кольору. Можна вважати, що яскравість показує величину чорного відтінку доданого до кольору. Яскравість чорного кольору – 0, а білого – 1.

Графічно модель HSB можна представити у вигляді кільця, уздовж якого розташовуються відтінки кольорів. Кожному відтінку відповідає свій градус, тобто всього налічується 360 варіантів (червоний – 0, жовтий – 60, зелений – 120 градусів і так далі). На зовнішньому краю круга знаходяться чисті спектральні кольори або колірні тони (параметр H вимірюється в кутових градусах, від 0 до 360). Чим ближче до центру круга розташований колір, тим менше його насиченість, тим він більш бляклий, пастельний (параметр S вимірюється у відсотках). Яскравість (освітленість) відображується на лінійці, перпендикулярній площині колірного круга (параметр V вимірюється у відсотках). Всі кольори на зовнішньому крузі мають максимальну яскравість.

Модель HSB не є орієнтованою ні на який технічний пристрій відтворення кольорів, тому її називають апаратно незалежною.

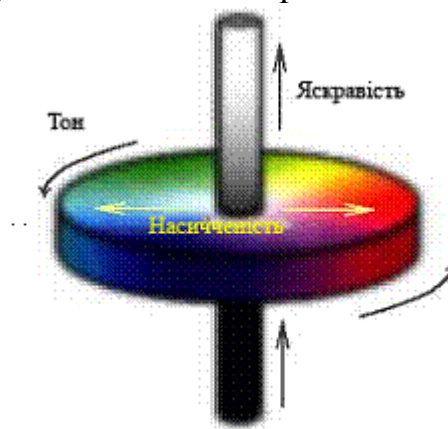


Рис. 6. Графічне представлення моделі HSB

Недолік HSB полягає в тому, що для роботи на моніторах комп'ютерів її необхідно перетворювати на систему RGB, а для чотирьох кольорового друку – в систему CMYK.

Модель HSV:

Модель HSV створена Елві Смітом к 1978 році. Її зручно представляти 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. 7). Шестикутник, що лежить в основі піраміди, є проекцією колірного куба в напрямку його головної діагоналі. Тон кольору H задається кутом, відкладеним навколо вертикальної осі, починаючи 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.

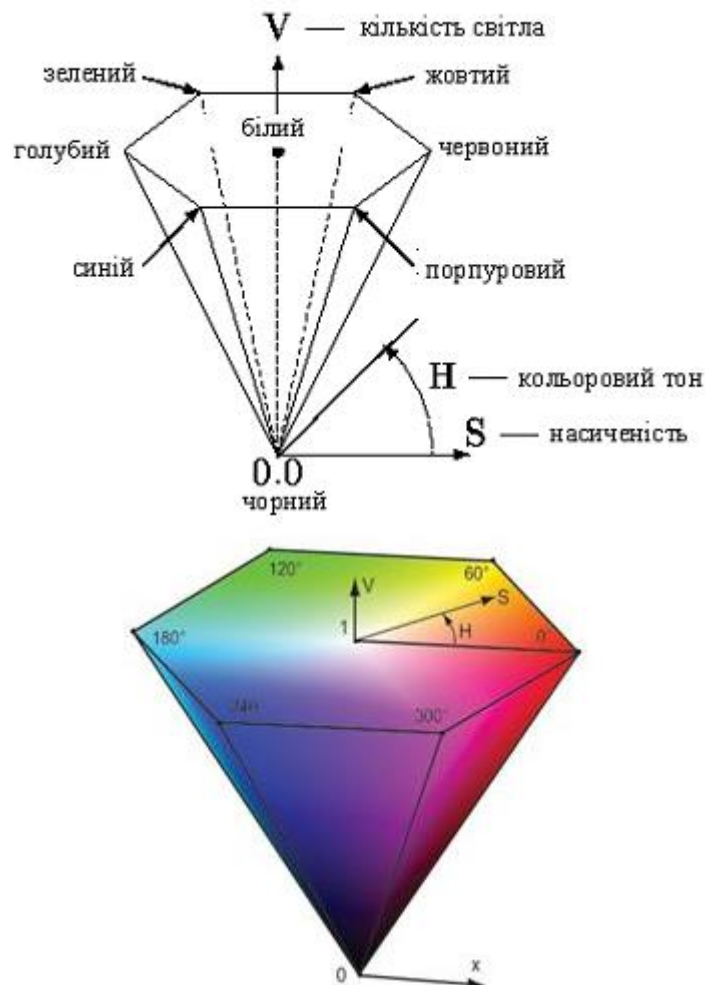


Рис. 7. Графічне представлення моделі HSV

2. Перетворення моделей

Потреба перетворення зображення з однієї колірної моделі в іншу виникає досить часто, особливо якщо зображення готується для друку. До прикладу, на деяких етапах створення документа застосування колірної моделі RGB є неминучим (коли колірна модель RGB використовується сканером, цифровою камерою), але у документа, призначеного для друку, кінцевою колірною моделлю повинна бути модель CMYK. Звідси виникає необхідність конвертації моделей.

Переходи між колірними моделями завжди пов'язані з якимись втратами кольорів через невідповідність колірного простору моделей. У моделі CMYK неможливо відобразити дуже яскраві кольори моделі RGB, модель RGB, в свою чергу, не здатна передати темні відтінки моделі CMYK, оскільки

природа кольору різна. На жаль, втрати, спричинені перетворенням моделей, непоправні.

Перетворення моделі RGB в HSV:

У ході перетворення значення яскравостей по червоній, зеленій і синій складовій, які задані в діапазоні $[0 \dots 1]$, конвертуються в модель HSB (HSV). Отримують значення в наступних діапазонах:

H – колірний тон ($0-360^\circ$);

S – насиченість ($0-1$);

V – яскравість ($0-1$).

Max – функція визначення максимуму серед трьох складових R , G , і B .

Min – функція визначення мінімуму серед трьох складових R , G , і B .

Алгоритм перетворення RGB в HSB (HSV) такий:

(3)

$$H = \begin{cases} \text{не визначено, якщо } Max = Min; \\ 60^\circ \times \frac{G - B}{Max - Min} + 0^\circ, \text{ якщо } Max = R \text{ і } G \geq B; \\ 60^\circ \times \frac{G - B}{Max - Min} + 360^\circ, \text{ якщо } Max = R \text{ і } G < B; \\ 60^\circ \times \frac{B - R}{Max - Min} + 120^\circ, \text{ якщо } Max = G; \\ 60^\circ \times \frac{R - G}{Max - Min} + 240^\circ, \text{ якщо } Max = B. \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} 0, \text{ якщо } Max = 0; \\ 1 - \frac{Min}{Max}, \text{ в інших випадках} \end{cases}$$

$$V = Max.$$

(4)

Перетворення моделі RGB в СМҮК:

Перед конвертацією значення яскравостей за червоною, зеленою та синьою складовою нормалізуються. Основний принцип перетворення моделей полягає в наступному:

$$C' M' Y' = \{1 - R, 1 - G, 1 - B\};$$

$$K = \min\{C', M', Y'\};$$

$$\text{СМҮК} = \{0, 0, 0, 1\}, \text{ якщо } K = 1;$$

$$\text{СМҮК} = \{ (C' - K)/(1 - K), (M' - K)/(1 - K), (Y' - K)/(1 - K), K \}.$$