

Особливості опрацювання графічної інформації комп'ютерними системами



Види комп'ютерної графіки

Комп'ютерна графіка - це спеціальна ділянка інформатики, що вивчає методи і засоби створення та обробки зображень за допомогою програмно-апаратних обчислювальних комплексів.

Комп'ютерна графіка охоплює всі види та форми представлення зображень, як на екрані монітора, так і на зовнішньому носіїві (папір, плівка, тощо).

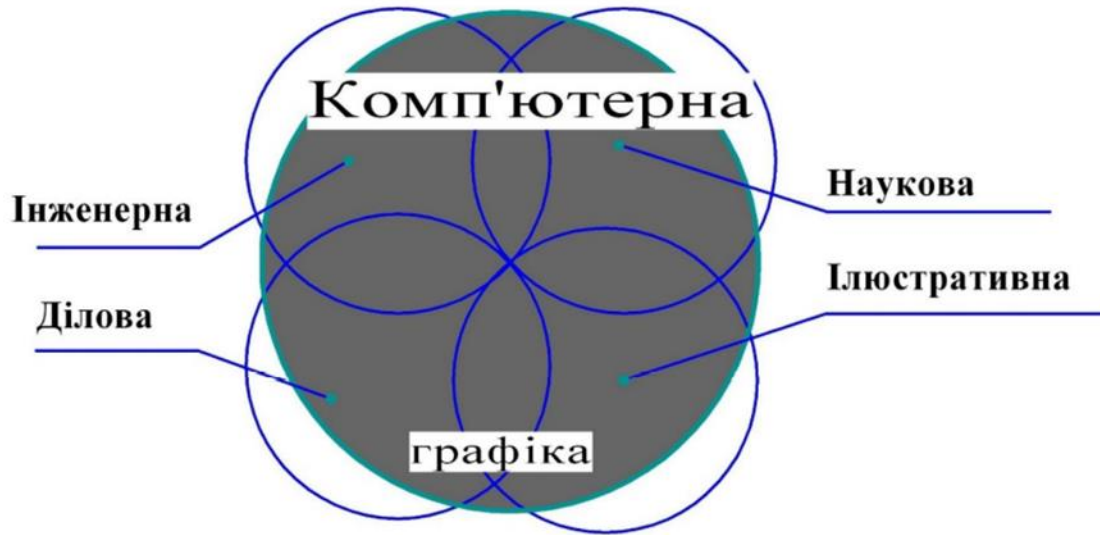
Комп'ютерна графіка використовується для візуалізації даних в різних сферах людської діяльності:

- у медицині (комп'ютерна томографія);
- візуалізація наукових і ділових даних
- в дизайні (для реклами, поліграфії, моделювання та ін.);
- графічний інтерфейс користувача;
- системи автоматизованого проектування;
- цифрова фотографія;
- цифрове телебачення, Інтернет, відеоконференції;
- комп'ютерні ігри, системи віртуальної реальності;
- спецефекти, цифрова кінематографія.

Класифікація комп'ютерної графіки

За способами формування зображень

За спеціалізацією в різних галузях діяльності



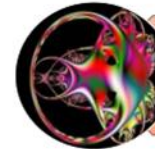
Растрова



Фрактальна



Векторна



Тривимірна

Растрове



Векторне



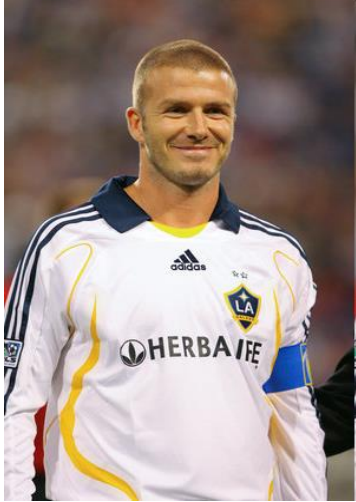
Фрактальне



Тривимірне



Графічні файли даних бувають статичними та анімаційними.



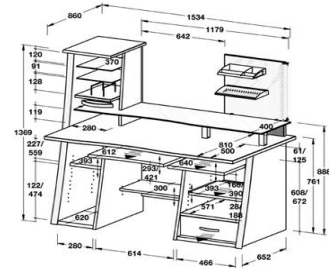
В залежності від цього розрізняють:

— **статичну графіку**

- малюнки
- фотографії
- креслення
- схеми
- діаграми
- тощо

— **динамічну графіку**

- анімація
- відео

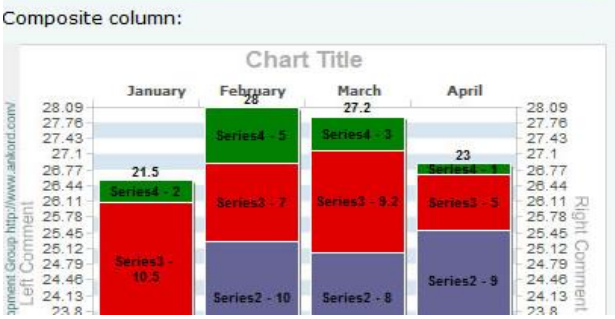
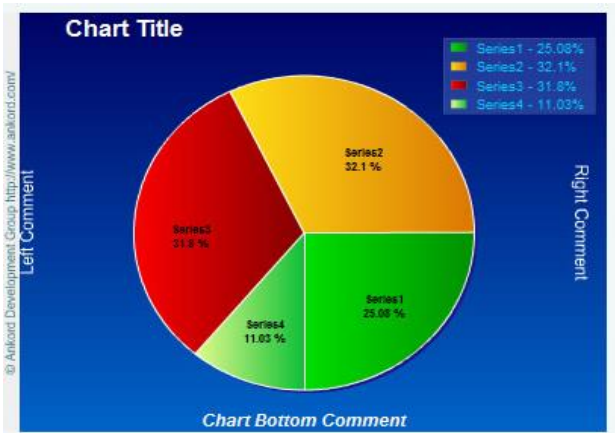
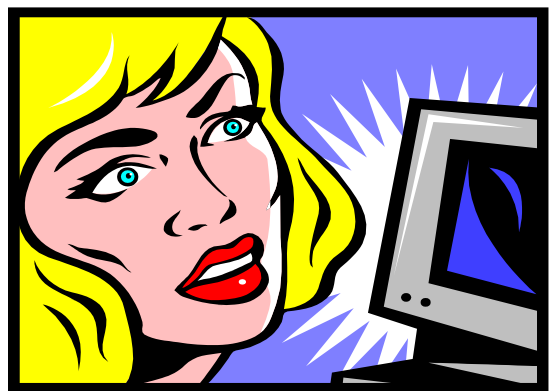


Двовимірна графіка

За способом створення комп'ютерну графіку поділяють на **двовимірну** і **тривимірну**.

У **двовимірній графіці** (2D-графіці) зображення будується з використанням плоских геометричних моделей, тексту та растрових даних.

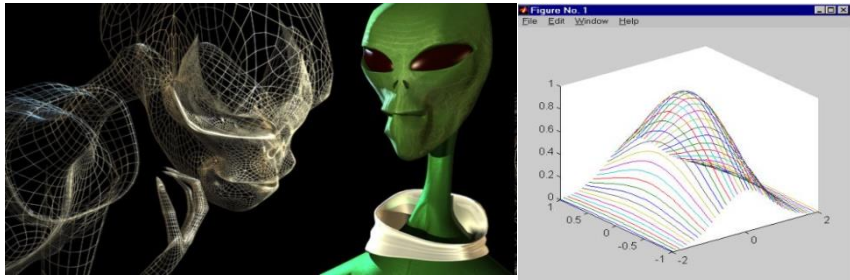
Цей тип графіки насамперед призначено для застосування у сферах, пов'язаних із традиційними технологіями друку (видавнича та рекламна діяльність, картографія, фотографія, розробка креслень тощо), а також для публікації в Інтернеті та створення інтерфейсу користувача.



Тривимірна графіка

Тривимірна графіка (3D) — розділ комп'ютерної графіки, сукупність прийомів і інструментів (як програмних, так і апаратних), призначених для зображення об'ємних об'єктів.

Застосовується для створення зображень на площині екрану або аркушу друкарської продукції в архітектурній візуалізації, кінематографі, телебаченні, комп'ютерних іграх, друкарській продукції, а також в науці і промисловості.



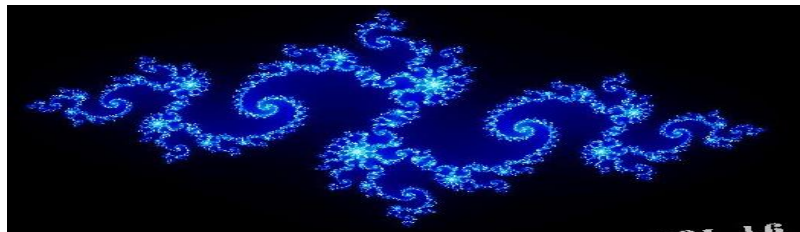
Фрактальна графіка

Фрактал — це об'єкт, що будується за певними **математичними формулами** (як графік) і окремі елементи якого успадковують властивості батьківських структур.

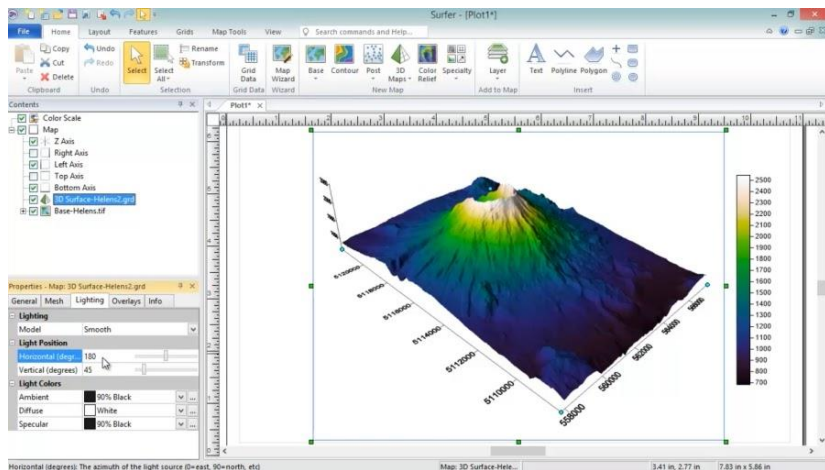
Описати фрактальний об'єкт можна всього лише декількома математичними формулами.



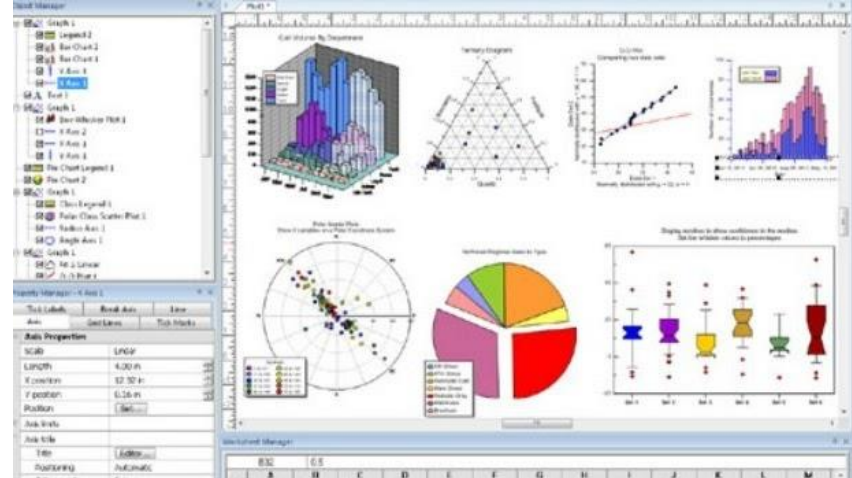
Тому файл, що містить навіть велике фрактальне зображення має дуже малі розміри, для детального опису яких потрібно відносно **мало** пам'яті.



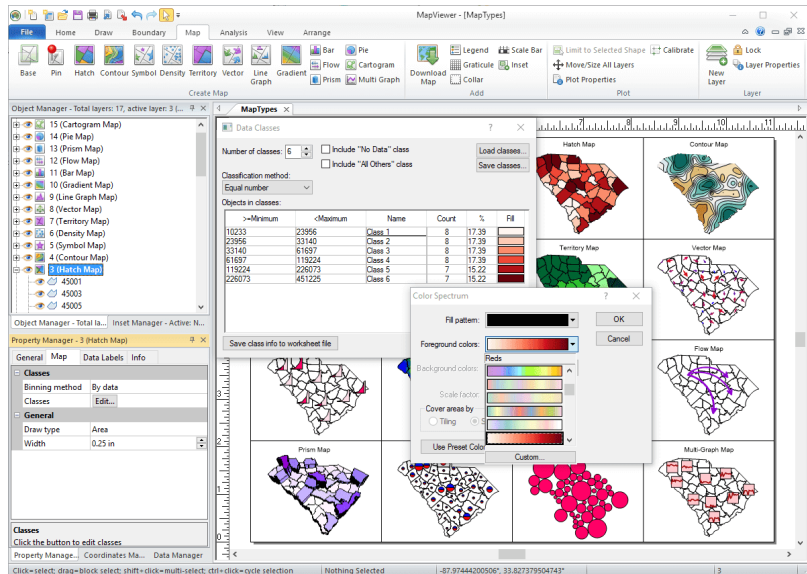
На практиці **фрактали** застосовуються поки що рідко.



Surfer - створення тривимірних поверхонь



Grapher - створення двовимірних графіків



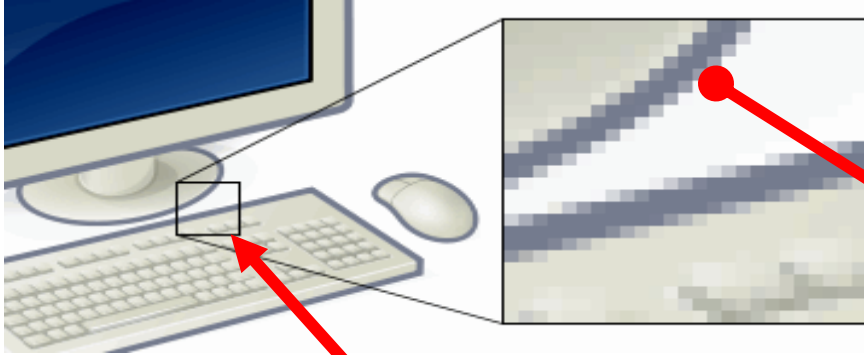
Map Viewer - побудова кольорових карт

Растрова графіка

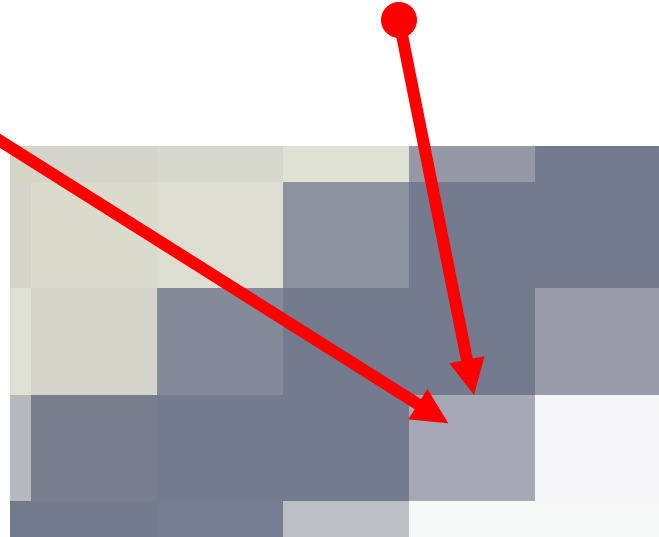
Растрова графіка – це вид комп'ютерної графіки, у якому зображення подається у вигляді набору забарвлених точок (пікселів).

Растр – це сукупність ліній із забарвлених точок, які виводяться на екран або інший графічний пристрій виведення. Лінії растра складаються з пікселів.

Піксель – найменший елемент двовимірного цифрового зображення в растровій графіці (зазвичай квадратної або круглої форми), що має певні властивості: розмір і колір.



Як правило, **піксели такі малі, що на екрані вони зливаються**, і зображення видається цілісним, хоча в разі збільшення добре видно його зернисту структуру.



Растрові зображення характеризуються наступними величинами:

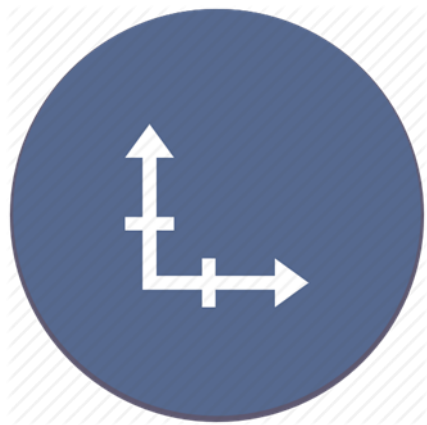
Кількість пікселів — вказують кількість пікселів за шириною та висотою (до прикладу, 1024×768 , 1920×1080);

Роздільна здатність растра (одиницею виміру є dpi (dots per inch) – кількість пікселів на один дюйм довжини);

Форма пікселів;

Кількість кольорів, які використовуються або, інакше, **глибина кольору** (монохромне, 8, 16, 256 – колірне зображення – об'єм пам'яті у бітах, що застосовуються для одного пікселя);

Колірний простір — представлення у різних системах RGB, CMYK, XYZ, YCbCr та ін;



Кількість кольорів (глибина кольору) – також одна з найважливіших характеристик растрового зображення. Кількість кольорів є важливою характеристикою для будь-якого зображення, а не тільки растрового.

Класифікуємо зображення в такий спосіб:

- Двоколірні (бінарні) – 1 біт на піксель . Серед двоколірних найчастіше зустрічаються чорно-білі зображення.
- Напівтонові – градації сірого або іншого кольору. Наприклад, 256 градацій (1 байт на піксель = 8біт).
- Кольорові зображення. Від 2 біт на піксель і вище. Глибина кольору 16 біт на піксель (65 536 кольорів) одержала назву HighColor, 24 біт на піксель (16,7 млн кольорів) – TrueColor. У комп'ютерних графічних системах використовують і більшу глибину кольору - 32, 48 і більше біт на піксель

За глибини кольору 8 бітів (або 1 байт) можна закодувати

$2^8 = 256$ різних кольорів

а за глибини кольору 16 бітів (або 2 байти)

$2^{16} = 65\,536$ кольорам

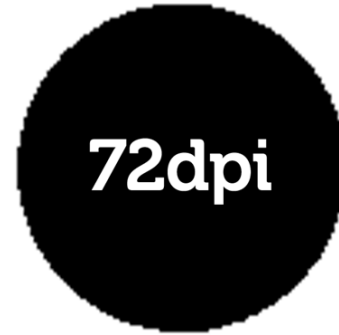
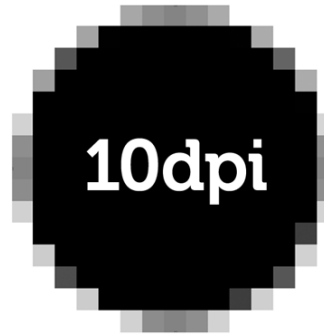
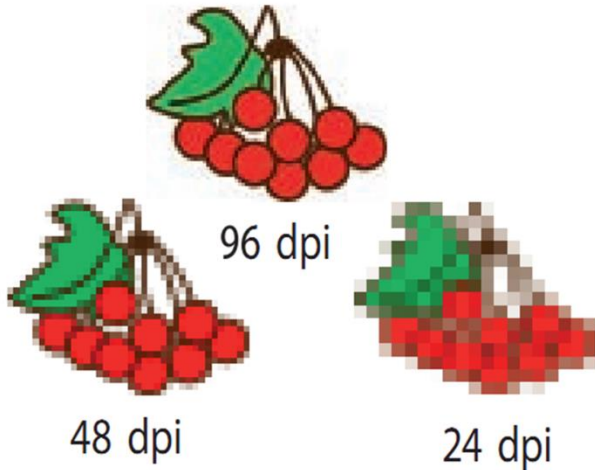
Роздільна здатність зображення. Якість комп'ютерного зображення визначається багатьма факторами. Одним з ключових є поняття роздільної здатності.

Залежно від пристрою, на якому виводиться зображення, можливе використання наступних одиниць виміру роздільної здатності:

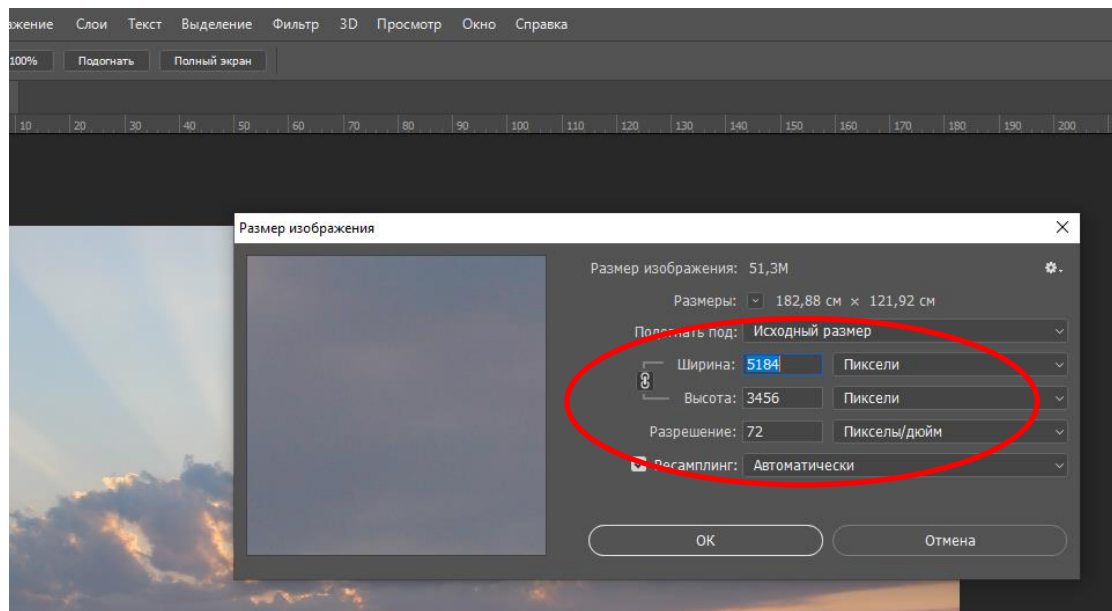
- spi (sample per inch) – елементи на дюйм;
- dpi (dot per inch) – точки на дюйм;
- ppi (pixel per inch) – пікселі на дюйм;
- lpi (line per inch) – лінії на дюйм

Роздільна здатність графічного зображення визначається в пікселях на дюйм.

Піксель у комп'ютерному файлі не має певного розміру, тому що зберігає лише інформацію про свій колір. Фізичний розмір піксель здобуває при відображенні на конкретному пристрої виводу, наприклад, на моніторі або принтері.



Для екранної копії досить роздільної здатності 72 dpi, для друку на кольоровому або лазерному принтері 150-200 dpi, для виводу на фотоекспонуючому пристрої на друкарську форму з наступним відтворенням поліграфічними способами друку - 200-300 dpi.

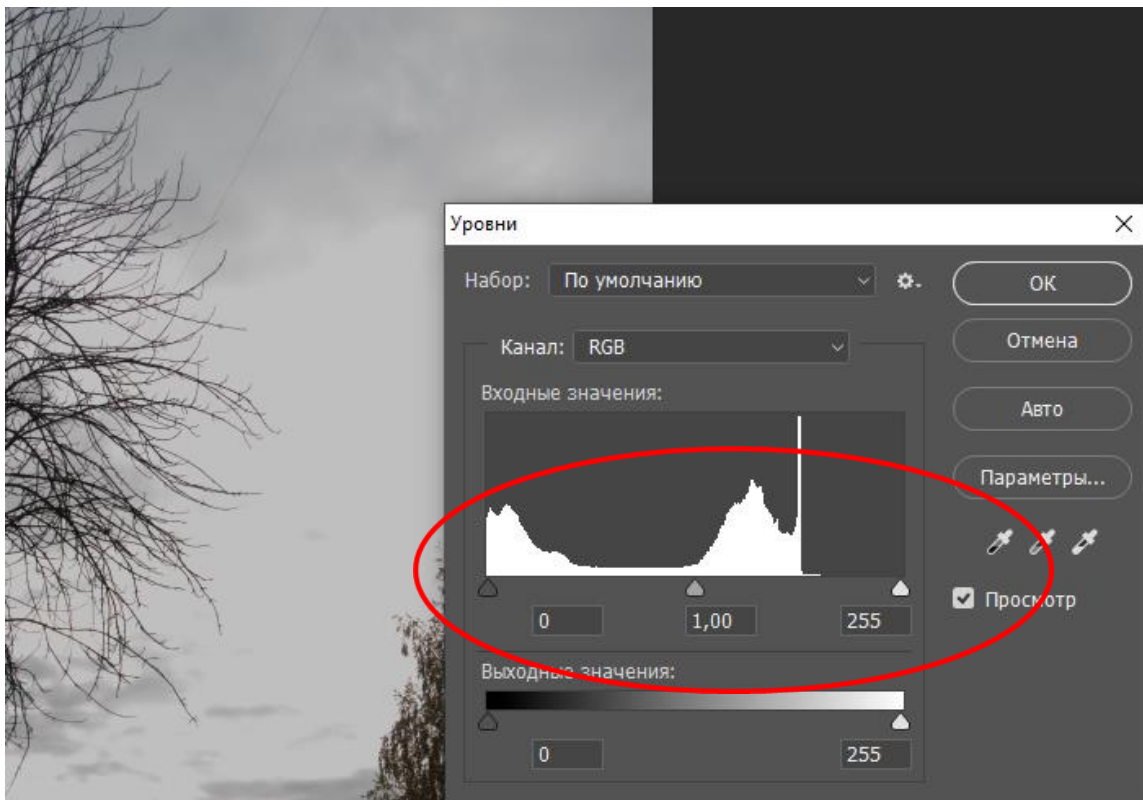


Розмір файлу із зображенням визначається двома складовими роздільної здатності:

Розмір файлу = Ширина * Висота * (Просторова роздільна здатність)² * Глибина кольору

Вища якість зображення вимагає вищої роздільної здатності, що збільшує розміри зображення. При створенні графічних зображень шукають компроміс між достатньою якістю зображення і не надто великими розмірами.

Інтенсивність тону (світлота чи яскравість) поділяється на 256 рівнів. Більше число градацій не сприймається людським оком і є надлишковим. Менша кількість погіршує сприйняття інформації (мінімальним є 150 рівнів).



Переваги растрової графіки:

- Растрова графіка дає змогу створити будь-яке зображення, незалежно від складності, на відміну від векторної графіки, коли неможливо в точності передати ефект переходу від одного кольору до другого без втрат у розмірі файлу.
- Поширеність такого типу графіки — вона використовується зараз скрізь: від маленьких значків до плакатів.
- Значна швидкість обробки складних зображень, за умови, що масштабування не є необхідним.
- Представлення зображення у растровому вигляді природне для переважної більшості пристроїв введення-виведення графічної інформації (за виключенням векторних пристроїв виводу), до прикладу монітори, принтери, сканери, цифрові фотоапарати та мобільні телефони (смартфони).
- Простота оцифровування (автоматизованого вводу зображень), слайдів, фотографій, рисунків за допомогою сканерів, цифрових фотоапаратів, відеокамер;
- Фотореалістичність. Отримуються різні ефекти – туман, розмитість, можливість тонкого регулювання кольорів, необхідної глибини предметів.

Особливості растрової графіки :

- Великі розміри файлів для простих зображень. Розмір файлу складає пропорційне значення до площі зображення, роздільності а також типу зображення, і, зазвичай, при хорошій якості є великим.
- Непридатність до ідеального масштабування. Растрове зображення володіє визначеною роздільністю і глибиною представлення кольорів. Вказані параметри можна змінювати лише у заданих межах і, зазвичай, із втратою якості.
- Нездатність до виведення на друкування на векторний графічний пристрій.
- Складність управління окремими фрагментами зображення

Програми растрової графіки використовують:

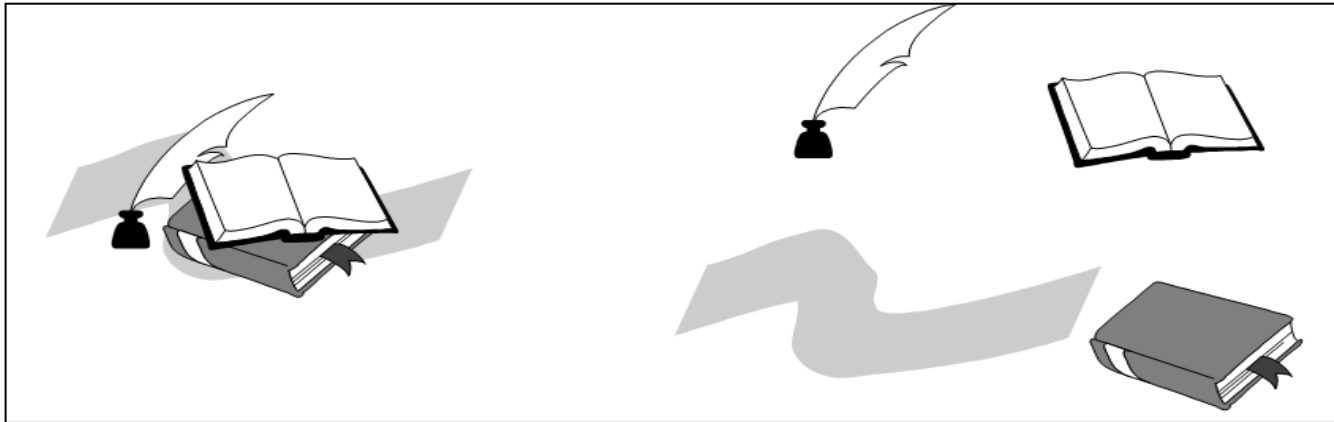
- художники-ілюстратори;
- художники-мультиплікатори;
- художники-дизайнери;
- фотографи та ретушери;
- поліграфісти;
- web-дизайнери;
- будь-яка людина - вільний художник, із творчими ідеями та потенціалом

Векторна графіка

Векторна графіка представляє зображення як набір геометричних примітивів: крапки, прямі, кола, прямокутники, криві лінії, які описуються математичними формулами. Вказане представлення даних компактніше, але побудова об'єктів відбувається з неперервним перерахунком параметрів кривої у координати екранного чи друкованого зображення.

Об'єктам надаються деякі атрибути, наприклад, товщина ліній, колір заповнення.

Малюнок зберігається у файлі як набір координат, векторів та інших чисел, що характеризують набір примітивів. Тому він має невеликий розмір.



При відтворенні об'єктів, що перекриваються, має значення їх порядок.

Основна властивість векторної графіки

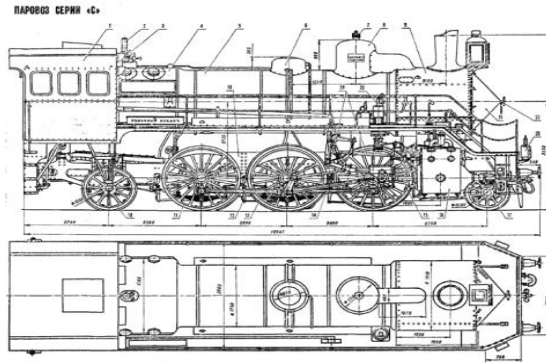
Основна властивість векторного зображення пов'язана із принципом його кодування. В файлі такого зображення зберігаються математичні характеристики його елементів. Тому розмір такого файлу не залежить від розміру його зображення.



Файли векторного зображення обох птахів мають однакові розміри, хоча їх зображення мають різні розміри при однаковій якості.



Всі зображення, які не потребують високої реалістичності (креслення, мапи, ділову графіку, рисунки) рекомендується створювати і зберігати саме як зображення векторного типу.





Векторні об'єкти завжди мають шлях, що визначає їх форму. Якщо шлях є замкненим, тобто кінцева точка співпадає з початковою, об'єкт має внутрішню ділянку, яка може бути заповненою кольором або іншими об'єктами. Всі шляхи містять дві компоненти: сегменти та вузли.

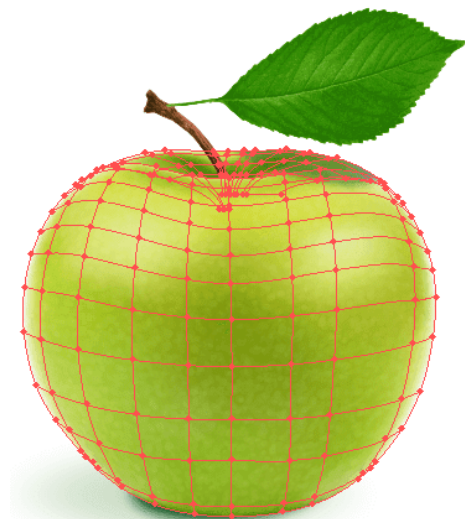


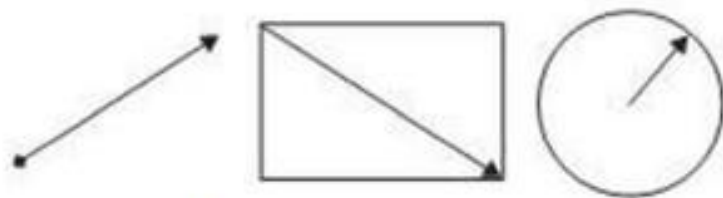
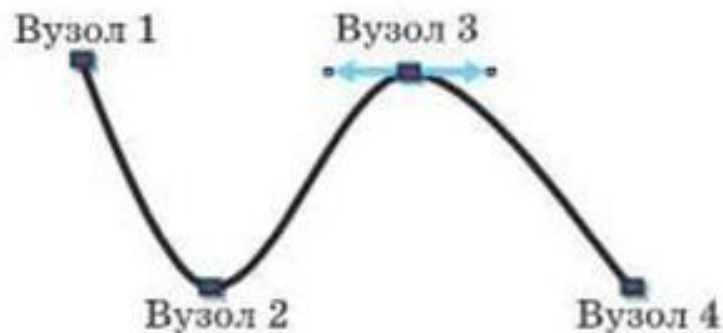
Шлях уявляє собою маршрут, що з'єднує початкову та кінцеву точку.

Сегмент - окрема частина шляху, може бути як прямою, так і кривою лінією.

Вузол - початкова або кінцева точка сегмента.

Кожен елемент векторної графіки містить ці три основні елементи і дозволяє їх редагування.





- **Лінія (контур)** – це елементарний об'єкт векторної графіки.
- **Будь-який об'єкт** (прямокутник, еліпс, текст і навіть пряма лінія) сприймається як **криві лінії**.
- Замкнена крива, початкова і кінцева точки якої співпадають, називається **замкненим контуром**.

Математичні основи векторної графіки

Різні об'єкти мають різні способи представлення.

Точка. Об'єкт на площині представляється двома числами (x, y) відносно початку координат.

Пряма лінія. Їй відповідає рівняння $y=kx+b$.

Вказавши параметри k та b можна створити пряму лінію у відомій системі координат.

Сегмент прямої. Для опису потрібно додатково вказати параметри x_1 та x_2 , відповідно початку та кінця відрізка.

Крива лінія II порядку. До них відносяться еліпси, кола, параболи, гіперболи тощо. Пряма лінія є також випадком кривої II порядку. Крива II порядку не має точок перегину і описується рівнянням $a_0x^2+a_1y^2+a_2xy+a_3x+a_4y+a_5=0$.

Для побудови відрізка кривої додатково потрібні ще два параметри початку та кінця відрізка.

Крива лінія III порядку. Важлива наявність точки перегину, що дозволяє відобразити різноманітні об'єкти.

Рівняння кривої III порядку $a_0x^3+a_1y^3+a_2x^2y+a_3xy^2+a_4x^2+a_5y^2+a_6xy+a_7x+a_8y+a_9=0$. Для опису відрізка потрібні ще два параметри початку та кінця відрізка

Основні переваги векторної графіки:

- ✓ Тільки деякі основні дані, зокрема, координати опорних і керуючих точок, використовуючи які програма всякий раз заново відтворює зображення. Крім того, опис колірних характеристик не сильно збільшує розмір файлу, оскільки дані про колір ідентичні для всього об'єкта.
- ✓ Об'єкти векторної графіки легко трансформуються і ними легко маніпулювати, що не має практично ніякого впливу на якість зображення з огляду на те, що растеризація зображення (просторова або лінійна дискретизація елементів -це неминучий етап) відбувається в момент виведення на зовнішній пристрій (екран або друкуючий пристрій).
- ✓ Векторна графіка максимально використовує можливості роздільної здатності будь-якого вивідного пристрою (зображення завжди буде виглядати настільки якісно, наскільки дозволяє даний пристрій).
- ✓ Важливою перевагою програм векторної графіки є розвинене інтегрування векторних зображень і тексту, єдиний підхід до них, і як наслідок, - можливість створення кінцевого продукту (на відміну від програм точкової графіки). Тому редактори векторної графіки незамінні в області дизайну і т.д.

Особливості векторної графіки:

- ✓ Проблематичність її використання для передачі складних зображень (наприклад фотографій).
- ✓ Візуалізація векторних зображень може потребувати значно більше часу, ніж растрового файлу такої ж складності, оскільки кожен елемент зображення повинен бути відтворений окремо і в певній послідовності.
- ✓ Програмна залежність, оскільки не існує принципової можливості створити єдиний стандартний формат, який би дозволяв вільно відкривати будь векторний документ в будь-якій векторній програмі.
- ✓ Векторний принцип опису зображення не дозволяє автоматизувати введення графічної інформації, як це робить сканер або цифрова фотокамера для точкової графіки.

Користувачі векторних редакторів

- технічні редактори;
- вільні художники й дизайнери-початківці;
- розробники web-сторінок;
- оператори настільних видавничих систем;
- художники по рекламі;
- справжні художники-ілюстратори;
- користувачі початківці та потенційні користувачі

Порівняння растрових та векторних зображень



Векторні зображення

Складаються з об'єктів, описаних математично

Менші обсяги файлів. Обсяг залежить не від розміру зображення, а від кількості об'єктів у ньому

Можна збільшувати без погіршення якості

Не дають змогу точно передати перехід від одного кольору до іншого

Застосовують для зберігання креслень, ділової графіки (схем, діаграм), шрифтів, рисунків з чіткими контурами

Растрові зображення

Складаються з масивів пікселів

Більші обсяги файлів. Обсяг залежить від розміру зображення

У разі збільшення зображення якість погіршується

Дають змогу отримати зображення фотографічної якості

Застосовують для зберігання фотографій, творів живопису, зображень елементів інтерфейсу

Поняття колірної моделі

Людське око може сприйняти велику кількість кольорів, в той час як монітор та принтер у змозі відтворити лише обмежену частину цього діапазону. Відповідно до психофізіологічних досліджень око людини здатне розрізняти 350 000 кольорів.

У зв'язку з необхідністю опису різних фізичних процесів відтворення кольору були розроблені різноманітні колірні моделі. В сучасних комп'ютерних програмах маніпулювання з кольором здійснюється за допомогою колірних моделей та режимів.

Колірні моделі (Color Model) подають засоби для концептуального та кількісного опису кольору. **Режим (Mode)** – це спосіб реалізувати певні колірні моделі в рамках конкретної графічної програми.

Колірні моделі використовуються для математичного опису певних колірних областей спектра.

Більшість комп'ютерних колірних моделей засновані на використанні трьох основних кольорів, що відповідають сприйняттю кольору людським оком. Кожному основному кольору присвоюється певне значення цифрового коду, після чого решта кольорів визначається як комбінація основних кольорів.

Незалежно від того, що лежить в основі колірної моделі, будь-яка модель повинна відповідати таким **вимогам**:

- ❖ реалізувати визначення кольору деяким стандартним способом, який не залежить від можливостей певного пристрою;
- ❖ точно задавати діапазон кольорів, що відтворюються, оскільки жодна множина кольорів не є безмежною;
- ❖ враховувати механізм сприйняття кольорів – випромінювання або відбиття.

Типи колірних моделей

Більшість графічних пакетів дозволяють оперувати широким колом колірних моделей.

За принципом формування кольору колірні моделі можна умовно поділити на 4 класи:

1. адитивні (RGB), що основані на додаванні кольорів;
2. субтрактивні (CMYK), основані на відніманні кольорів;
3. перцепційні (HSB, HSL), що базуються на сприйнятті;
4. універсальні (Lab, XYZ), що охоплюють весь спектр кольорів, що сприймається оком людини.

Адитивна колірна модель RGB

Адитивна модель відповідає сприйняттю кольорів людським оком. Ця модель використовується для опису кольорів, які отримуються за допомогою пристроїв, заснованих на принципі випромінювання. В якості основних кольорів вибрані червоний (Red), зелений (Green) і синій (Blue), які називаються первинними кольорами (основними кольорами).

Вибір основних кольорів обумовлений особливостями фізіології сприйняття кольору сітківкою людського ока. При парному змішуванні первинних кольорів створюються вторинні кольори: блакитний, пурпуровий та жовтий. Первинні та вторинні кольори відносяться до базових кольорів.

Базовими кольорами називають кольори, за допомогою яких можна отримати практично весь спектр видимих кольорів.

Адитивна колірна модель RGB

Інтенсивність кожного з базових кольорів кодується цілим числом у межах

від 0 (колір відсутній)

до

255 (яскравість кольору найбільша)

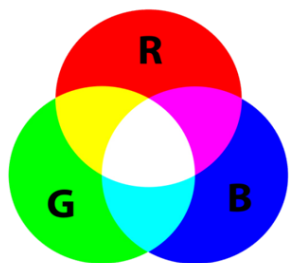
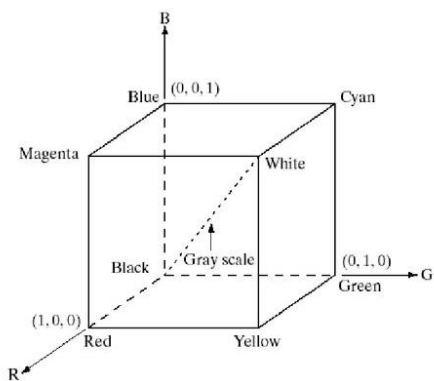
Таким чином, отримуємо

$256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$ різних кольорів.

Для отримання нових кольорів за допомогою адитивного синтезу можна використовувати і різноманітні комбінації з двох основних кольорів, зміни складу яких приводять до зміни результуючого кольору. Однак для отримання певних кольорів необхідно додати третій первинний колір.

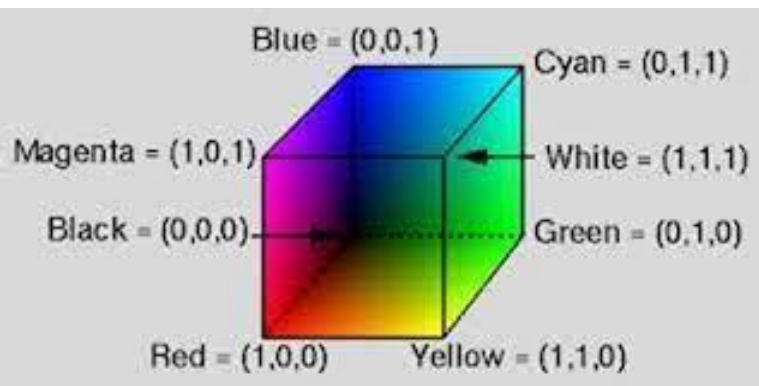
Адитивна колірна модель RGB

Математично колірну модель RGB краще подавати у вигляді куба. Якщо на вісі X відкладати червону складову, на вісі Y – зелену, а на вісі Z – синю, то кожному кольору можна поставити точку в середині куба, тобто задати вектором в системі R, G, B.



Чорному кольору відповідає центр координат – точка $(0,0,0)$.

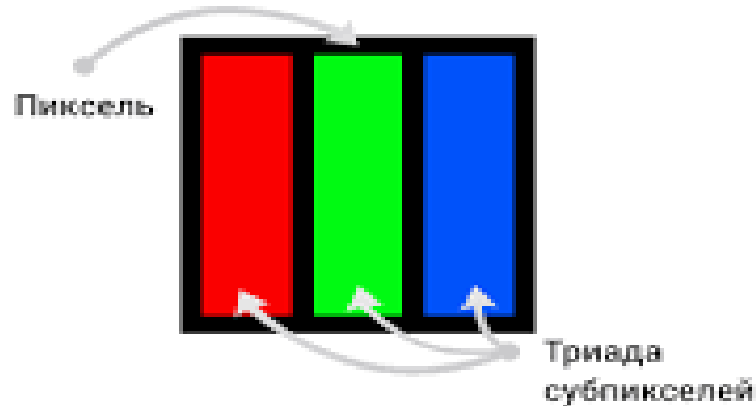
Білий колір виражається максимальним значенням компонент трьох основних кольорів: червоного, зеленого і синього. Нехай це максимальне значення вздовж кожної осі дорівнює 1. Тоді білий колір – це вектор $(1,1,1)$.



Точки, що лежать на діагоналі куба від чорного до білого – це градації сірого. Їх можна вважати білим кольором різної яскравості.

Візуалізація за допомогою адитивної моделі.

У графічних пакетах колірна RGB-модель використовується для створення кольорів зображення на екрані монітора. Якщо роздивитись білий екран включеного монітора через лупу, то можна побачити, що він складається з великої кількості окремих точок червоного, зеленого і синього кольорів, об'єднаних в RGB-елементи у вигляді тріад основних точок. Під час розглядання зображення на екрані з деякої відстані ці кольорові складові RGB-елементів зливаються, створюючи ілюзію результуючого кольору. Кожний із трьох компонентів RGB-тріади може приймати один з 256 дискретних значень: від 0 до 255. Коли всі три кольорові компоненти мають максимальне значення (255, 255, 255), отриманий колір здається білим, а коли всі три компоненти мають нульові значення (0, 0, 0), отриманий колір – чисто чорний.



Обмеження RGB-моделі

❖ Апаратна залежність.

Колір, якій виникає в результаті змішування кольорових складових RGB-елемента, залежить від типу люмінофора. При виробництві сучасних кінескопів застосовуються різні типи люмінофорів і установка одних і тих же інтенсивностей екранних променів у випадку різних люмінофорів призводить до синтезу різного кольору. Також перша проблема пов'язана з тим, що в процесі експлуатації відбувається старіння люмінофора і зміни характеристик електронних прожекторів. Для мінімізації залежності RGB- моделі від апаратних засобів використовують різні пристрої і програмні градуювання.

❖ Обмеження кольорової гами.

Кольорова гама – це діапазон кольорів, який може відображати пристрій незалежно від механізму отримання кольору (випромінювання або відбиття). Обмеження кольорової гами пояснюється тим, що за допомогою адитивного синтезу неможливо отримати всі кольори видимого спектра. Хоча для відтворення фотореалістичних зображень на екрані монітора RGB- моделі достатньо.

Субтрактивні колірні моделі

На відміну від екрана монітору, в якому відтворення кольорів ґрунтується на випромінюванні світла, друкована сторінка може тільки відбивати колір.

Субтрактивні моделі найбільш точно описують кольори при виводі зображення на друк, тобто в поліграфії.

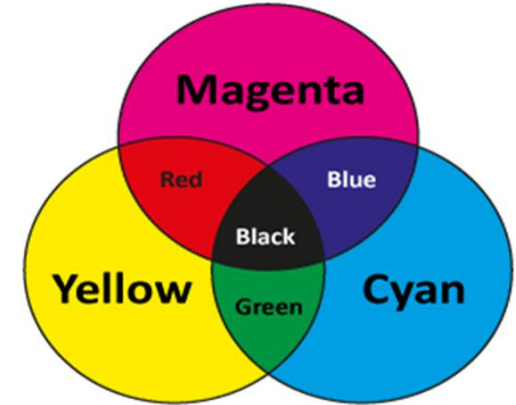
Субтрактивні кольори на відміну від адитивних отримуються відніманням первинних кольорів із загального променя світла. (Кольори, які використовують білий колір, віднімаючи від нього відповідні ділянки спектру, і називаються субтрактивними.)

Отже, якщо відняти з білого три первинних кольори Red, Green, Blue, ми отримаємо трійку додаткових (доповнюючих) кольорів CMY (C – Cyan – блакитний; M – Magenta – пурпурний, Y – Yellow – жовтий).

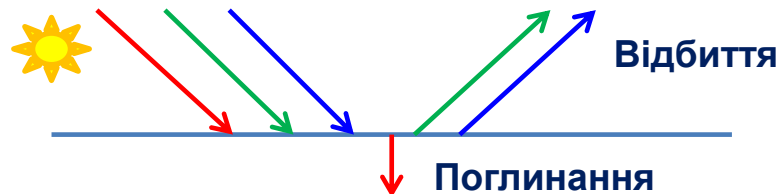
У цій системі білий колір з`являється як результат відсутності всіх субтрактивних кольорів, тоді як їх присутність дає чорний колір.

Відношення, які пов`язують адитивні і субтрактивні кольори, такі:

зелений + синій = блакитний;
зелений + червоний = жовтий;
червоний + синій = пурпуровий;
зелений + синій + червоний = білий;
блакитний + жовтий + пурпуровий = чорний;

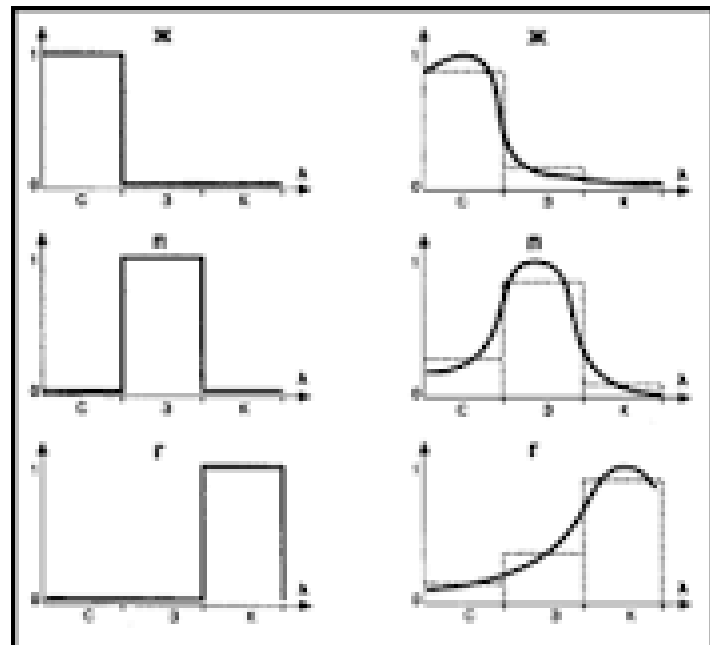


Блакитний барвник поглинає червоний колір, пурпуровий – поглинає зелений, жовтий – поглинає синій. Кольори в цих парах називаються компліментарними.



Теоретично при змішуванні трьох кольорів С, М, Y рівними пропорціями отримується чорний колір. Але у реальному технічному процесі отримання чорного кольору шляхом змішування трьох кольорів для паперу неефективне з ряду причин (виходить не чисто чорний колір, а брудно-коричневий або брудно-сірий; у випадку струминного друку змішування трьох пігментів змочує папір; один чорний пігмент дешевше трьох кольорових пігментів).

Тому під час друку використовується додатковий чорний компонент – Black. Тоді така модель називається CMYK (використовується літера «K» замість «B», щоб не було плутанини між Black і Blue).



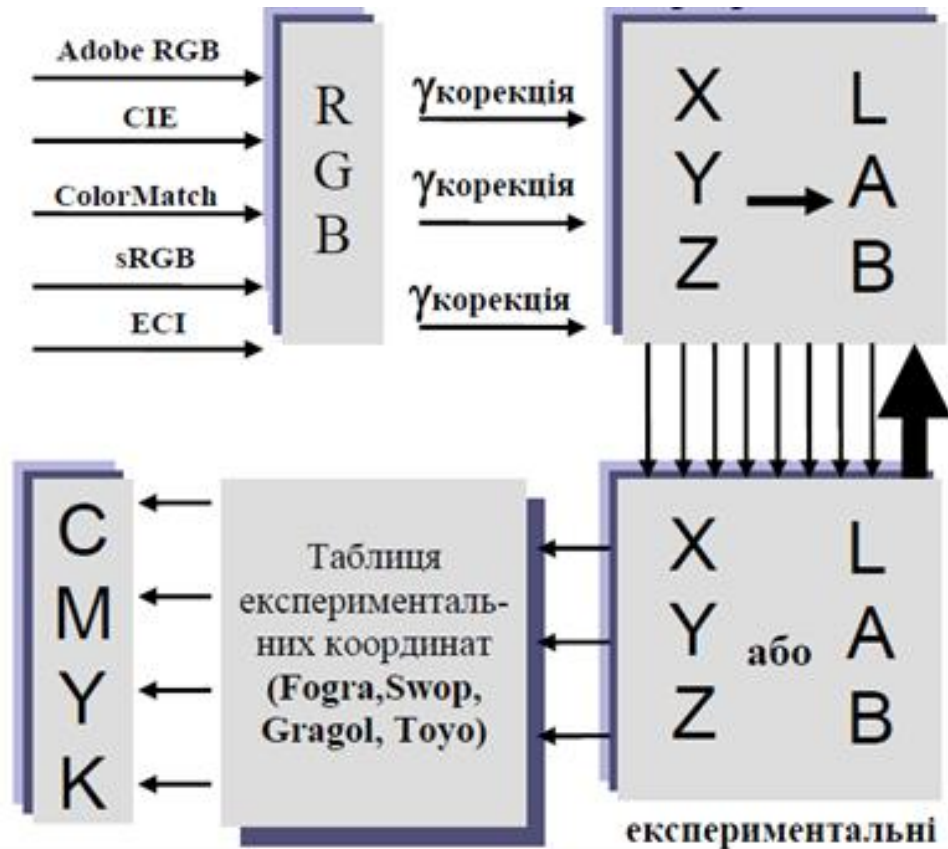
Кожне з чисел, яке визначає колір в СМҮК, являє собою процент фарби даного кольору, який входить у склад кольорової комбінації точки растра, що виводиться на пристрій друку.

Приклад.

Для отримання темно-помаранчевого кольору потрібно змішати 30% блакитної фарби, 45% – пурпурової, 80% – жовтої, 5% – чорної. Це може позначатися як (30,45,80,5) або C30M45Y80K5.

Важливо відмітити, що цифрове значення фарби в СМҮК не може само по собі описати колір. Цифри – лише набір апаратних даних, які використовуються в друкарському процесі для формування зображення. На практиці реальний колір буде визначатися не тільки розміром точки растра на пристрої друку, існуючими цифрами в підготовленому до друку файлі, але й реаліями конкретного друкуючого процесу, на які можуть впливати такі фактори, як стан друкарської машини, якість паперу, вологість повітря в цеху та інше.

Алгоритм переведення адитивних координат у субтрактивні



$$\begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4125 & 0.2576 & 0.1804 \\ 0.2127 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9502 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,2408 & -1,5372 & -0,4985 \\ -0,9693 & 1,8760 & 0,0416 \\ 0,0557 & -0,2040 & 1,0373 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

При математичному перерахунку координат кольору з адитивного простору у субтрактивний обов'язково вказують тип профілю конвертування, який побудований у відповідності до певного стандарту друку: тип паперу, клас друкарської техніки та ін. Зокрема, у програмі з підготовки растрової графіки Photo Shop CC вказано ряд стандартних профілів конвертування, що відповідають різним стандартам та найпоширенішим специфікаціям друку Європи, США та Японії (специфікації Fogra 27, 28, 29 згідно стандарту ISO 12647-2, SWOP, Gracol, Toyo).

RGB:	sRGB IEC61966-2.1
CMYK:	Заказной RGB...
Градации серого:	Загрузить пространство RGB... Сохранить пространство RGB...
Палетка:	Другое
Управление цветом:	RGB монитора - sRGB IEC61966-2.1
RGB:	Adobe RGB (1998) Apple RGB ColorMatch RGB ProPhoto RGB
CMYK:	sRGB IEC61966-2.1
Градации серого:	
Профили:	CIE RGB e-sRGB Epson IJ Printer 07 HDTV (Rec. 709) PAL/SECAM ROMM-RGB SMPTE-C Wide Gamut RGB * wscRGB * wsRGB

Настройки:	Web/Интернет для Европы 2
Рабочее пространство	
RGB:	sRGB IEC61966-2.1
CMYK:	Coated FOGRA39 (ISO 12647-2:2004)
Градации серого:	Заказной CMYK...
Палетка:	Загрузить пространство CMYK... Сохранить пространство CMYK...
Стратегии управления цветом:	Другое
RGB:	Coated FOGRA27 (ISO 12647-2:2004) Coated FOGRA39 (ISO 12647-2:2004) Coated GRACoL 2006 (ISO 12647-2:2004)
CMYK:	Japan Color 2001 Coated Japan Color 2001 Uncoated Japan Color 2002 Newspaper Japan Color 2003 Web Coated Japan Web Coated (Ad)
Градации серого:	U.S. Sheetfed Coated v2 U.S. Sheetfed Uncoated v2 U.S. Web Coated (SWOP) v2 U.S. Web Uncoated v2
Несовпадение профилей:	Uncoated FOGRA29 (ISO 12647-2:2004) US Newsprint (SNAP 2007) Web Coated FOGRA28 (ISO 12647-2:2004)
Отсутствие профилей:	Web Coated SWOP 2006 Grade 3 Paper Web Coated SWOP 2006 Grade 5 Paper
Описание	
Coated FOGRA39 (ISO 12647-2:2004) использованием 350% покр	Agfa : Swop Standard Euroscale Coated v2 Euroscale Uncoated v2 Photoshop 4 Default CMYK Photoshop 5 Default CMYK

Обмеження CMYK-моделі.

CMYK-модель, як і RGB-модель, має два типи обмежень.

❖ Апаратна залежність.

CMYK-модель є ще більш апаратно-залежною моделлю, ніж RGB. Це пов'язано з тим, що в ній є найбільша кількість дестабілізуючих факторів, ніж в RGB-моделі:

- **варіація складу кольорових барвників, які використовуються для створення друкованих кольорів;**
- **тип паперу;**
- **спосіб друку;**
- **зовнішнє освітлення.**

❖ Обмежений колірний діапазон.

Кольорові барвники мають гірші характеристики порівняно з люмінофорами. Отже, CMYK-модель має більш вузький кольоровий діапазон, ніж RGB-модель.

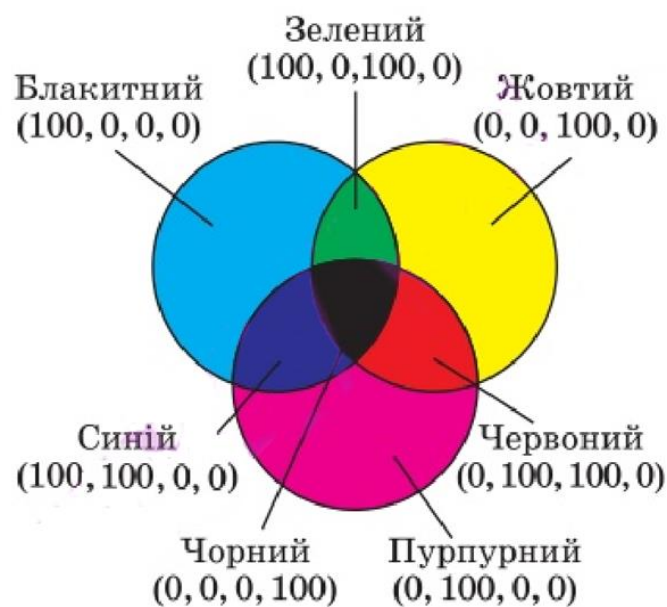
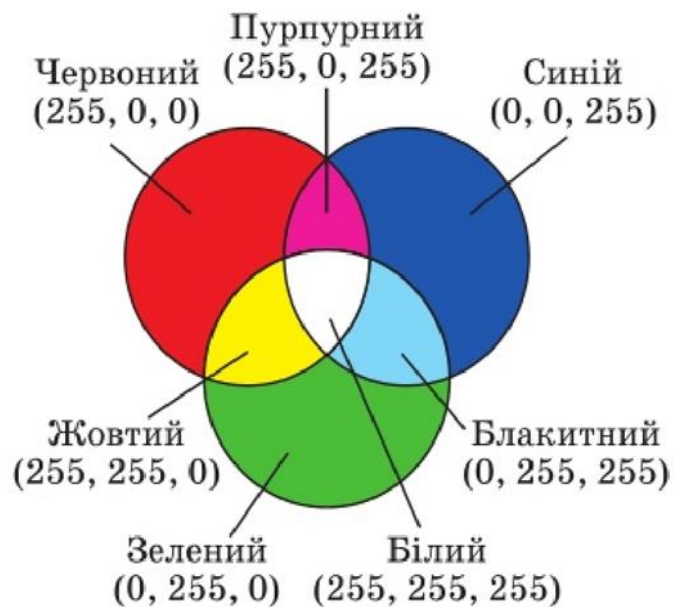
Про екранні кольори, які неможливо точно відтворити під час друку, говорять, що вони лежать поза кольоровою гамою CMYK-моделі. Невідповідність кольорових діапазонів RGB і CMYK-моделей створює серйозну проблему – невідповідність друкованої картини картинці на моніторі.

Для запобігання такої ситуації передбачений **комплекс спеціальних засобів:**

- редагування зображення у форматі CMYK; використання CMYK-орієнтованих палітр.
- використання систем керування кольором – CMS (Color Management Systems).

Приклади кодування кольорів у колірних моделях RGB і CMYK

Колір	Модель RGB			Модель CMYK			
	R	G	B	C	M	Y	K
Білий	255	255	255	0	0	0	0
Чорний	0	0	0	0	0	0	100
Смарагдовий	80	200	120	60	0	40	22
Рожевий	255	128	192	0	25	20	0
Сірий	122	122	122	0	0	0	50



Перцепційні колірні моделі

Для дизайнерів, художників, фотографів основним інструментом індикації і виведення кольору є око. Цей природний «інструмент» володіє кольоровим охопленням, яке суттєво перевищує можливості будь якого технічного пристрою (сканера, принтера).

СМΥΚ і RGB-моделі є апаратно залежними. Для усунення апаратної залежності було розроблено ряд так званих **перцепційних** (інтуїтивних) колірних моделей. В їх основу закладено роздільне визначення яскравості і колірності. Такий підхід забезпечує **ряд переваг**:

- ❖ дозволяє використовувати колір на інтуїтивно зрозумілому рівні;
- ❖ загально спрощує проблему узгодження кольорів, після установлення значення яскравості можна зайнятися настройкою кольору.

Приклади перцепційних моделей

HSB, HSV, HSI, HSL-моделі.

Спільним для них є те, що колір задається не у вигляді суміші трьох основних кольорів, а визначається шляхом вказування двох компонентів: колірності (колірного тону і насиченості) і яскравості.

Колірна модель HSB.

Модель HSB (Hue – колірний тон, Saturation – насиченість, Brightness – яскравість) або її наближений аналог HSL подані у більшості сучасних графічних пакетах.

Тобто у HSB-моделі всі кольори визначаються за допомогою комбінації трьох базових параметрів: колірного тону, насиченості і яскравості.

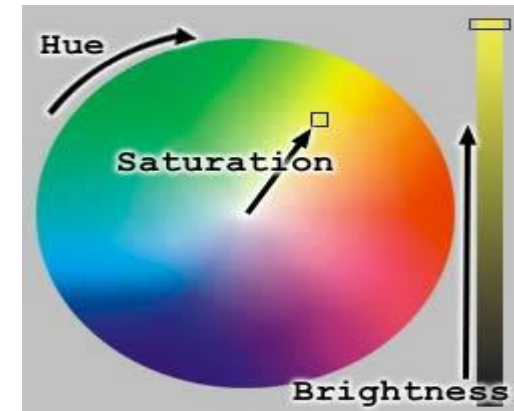
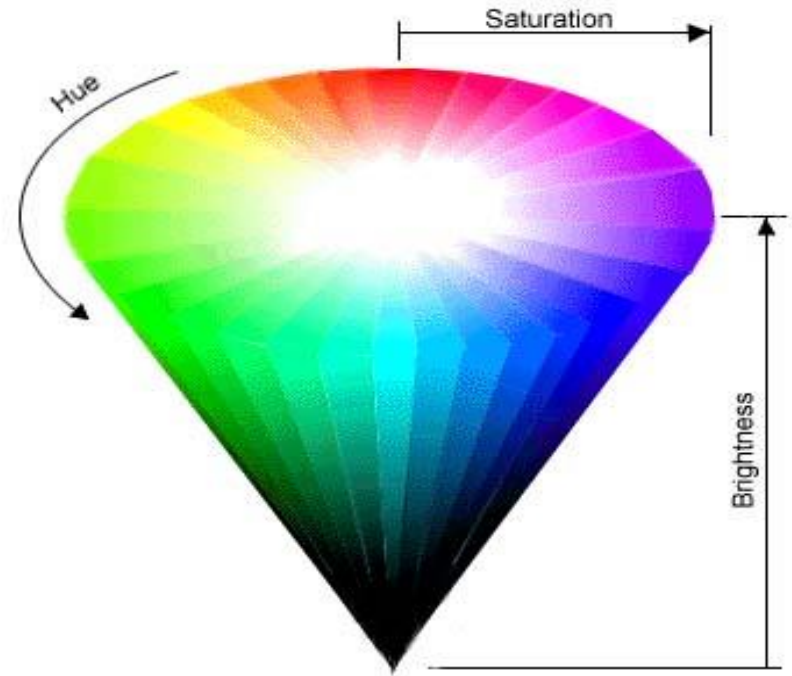
У моделі **HSB** цілими числами кодуються такі характеристики кольору:

відтінок (англ. **Hue**)

насиченість (англ. **Saturation**),

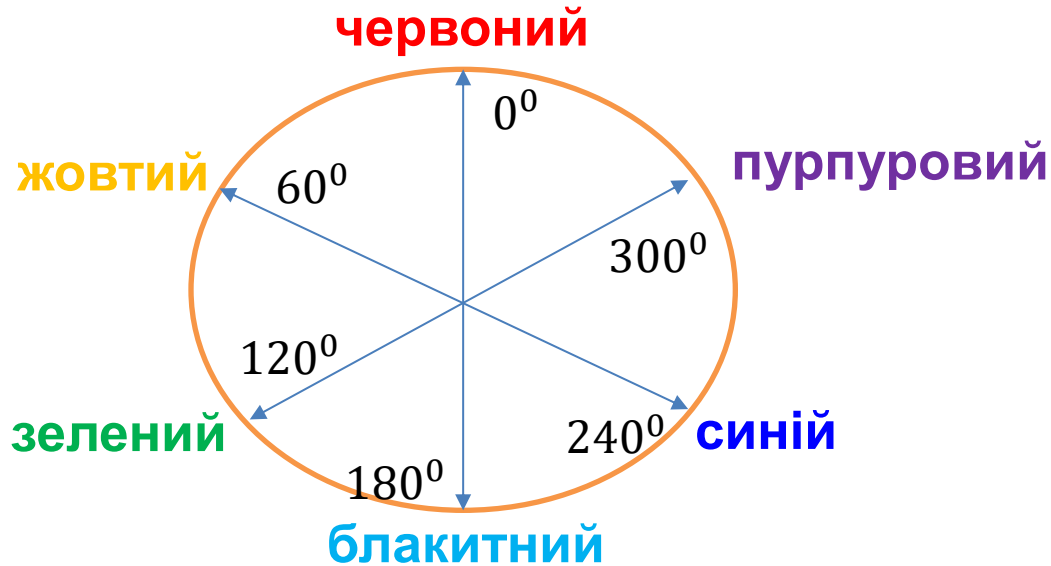
яскравість (англ. **Brightness**);

Вважається, що ця кольорова модель ближча до сприйняття кольору людиною.



1. Колірний тон.

Під колірним тоном розуміється світло з домінуючою довжиною хвилі. Кожний колірний тон займає визначене положення на периферії колірного круга і характеризується величиною кута в діапазоні від 0 до 360 градусів.



Однак само по собі поняття колірного тону не має повної інформації про кольори. Доповнюючими компонентами є насиченість та яскравість.

2. Насиченість.

Насиченість характеризує чистоту (інтенсивність) кольору. Він визначає співвідношення між основним, домінуючим компонентом кольору і всіма іншими довжинами хвиль (кількість сірого), які беруть участь у формуванні кольору .

Кількісне значення цього параметра виражається у відсотках від 0% (сірий) до 100% (повністю насичений).

Чим вище значення насиченості, тим сильніше і ясніше відчувається колірний тон. Зниження насиченості приводить до того, що колір стає нейтральним, без чітко вираженого тону. (Якщо взяти кольорове фото і понизити насиченість до 0%, то отримаємо чорно-біле фото).

Природні кольори мають низьку насиченість. Якщо рухатись поперек колірного круга, то відбувається зменшення долі кольору, від якого ви віддаляєтесь, і зростання долі кольору, до якого ви наближаєтесь. В результаті це приводить до зниження насиченості, яка має максимальне значення (100%) на поверхні кола і мінімальне (0%) – у центрі круга.

3. Яскравість.

Яскравість кольору показує величину чорного відтінку, який доданий до кольору. Тобто при нульовій яскравості ми нічого не бачимо, тому будь-який колір буде сприйматися як чорний. При відсутності чорного ми отримуємо чистий спектральний колір, а максимальна яскравість викликає відчуття сліпучого білого кольору.

Ахроматичні кольори (тобто білі, сірі і чорні) характеризуються тільки яскравістю. Це проявляється в тому, що одні кольори темніші, а інші світліші. Величина яскравості вимірюється у відсотках в діапазоні від 0% (чорний) до 100% (білий). В міру зниження процентного вмісту яскравості колір стає темнішим.

Переваги і обмеження HSB-моделі.

Переваги:

- відсутність апаратної залежності;
- модель більше відповідає природі кольору, добре підходить для сприйняття людиною: колірний тон є еквівалентом довжини світла, насиченість – інтенсивності хвилі, а яскравість – кількості світла.
- модель відрізняється більш простим і інтуїтивно зрозумілим механізмом управління кольором. Це пов'язано з тим, що колірний тон, насиченість та яскравість – незалежні характеристики кольору.

Недоліки:

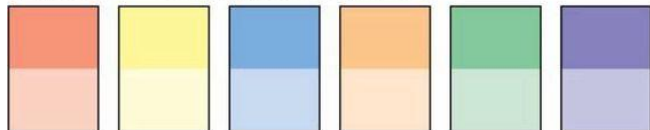
- модель HSB має той же колірний простір, що і RGB-модель, а отже, і належний їй недолік – обмежений колірний простір;
- модель носить абстрактний характер.

TINTS - TONES - SHADES

MADE BY ADDING WHITE, GRAY OR BLACK



TINTS - ADD WHITE TO A COLOR



TONES - ADD GRAY TO A COLOR



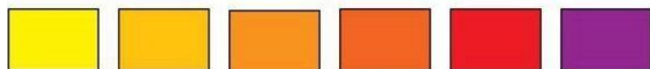
SHADES - ADD BLACK TO A COLOR



WARM AND COOL COLORS

COLORS THAT REFLECT EMOTIONAL VALUES

WARM COLORS - YELLOW TO RED-VIOLET



COOL COLORS - YELLOW-GREEN TO VIOLET

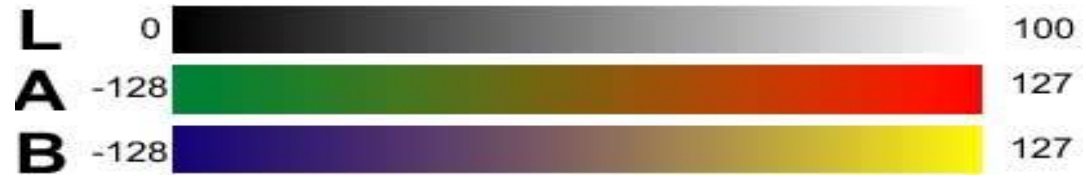
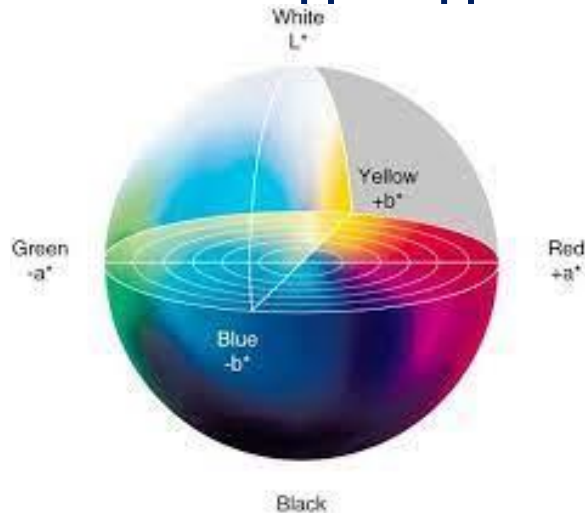


Універсальна колірна модель Lab

Успішною спробою створення апаратно-незалежної моделі кольору, основаної на людському сприйнятті кольору, є модель Lab.

Будь який колір в Lab визначається яскравістю (Lightness – L) та двома хроматичними компонентами: параметром a , який змінюється від зеленого до червоного, та параметром b , який змінюється від синього до жовтого (визначення каналів Lab ґрунтується на тому факті, що точка не може бути одночасно чорною і білою, червоною і зеленою, синьою і жовтою).

L : від 0% до 100%, a : від -128 до 127, b : від -128 до 127.



Отже, модель Lab є триканальною, яскравість у Lab повністю відділена від кольору, її кольорова гама безмірно широка і відповідає видимій кольоровій гамі для стандартного спостерігача. Гама Lab включає гами усіх інших колірних моделей, які використовуються у поліграфічному процесі.

На відміну від RGB і CMYK, заснованих на реальних процесах, модель Lab являє собою чисто математичну модель. Їй важко знайти аналогічну в реальному світі.

Переваги:

1. основана на сприйманні людиною кольору і її кольорова гама відповідає людському оку – вона включає в себе гами RGB і CMYK та перевищує їх;
2. Lab є апаратно-незалежною моделлю.

Ці переваги зробили Lab **стандартом** при переведенні зображень з одного колірного простору в інший у процесі їх підготовки. Ця модель часто використовується для покращення якості зображення (наприклад, для підвищення різкості, підвищення контрастності, видалення колірного шуму).

Вимірювання кольору

Якісні характеристики фотографічних зображень на матеріальних носіях, кольоропробних та тиражних відбитків оцінюють **спектрофотометричним чи колориметричним методами**.

Колориметри вимірюють колір у трьох основних зонах спектру, шляхом поділу промодельованого кольоровою ділянкою світлового випромінювання складного спектрального складу на три світлових пучки синього, зеленого та червоного кольору, шляхом пропускання через три відповідних зональних світлофільтри. У результаті прилад реєструє три значення актинічностей, на основі яких конфігурує інформацію про конкретний колір.

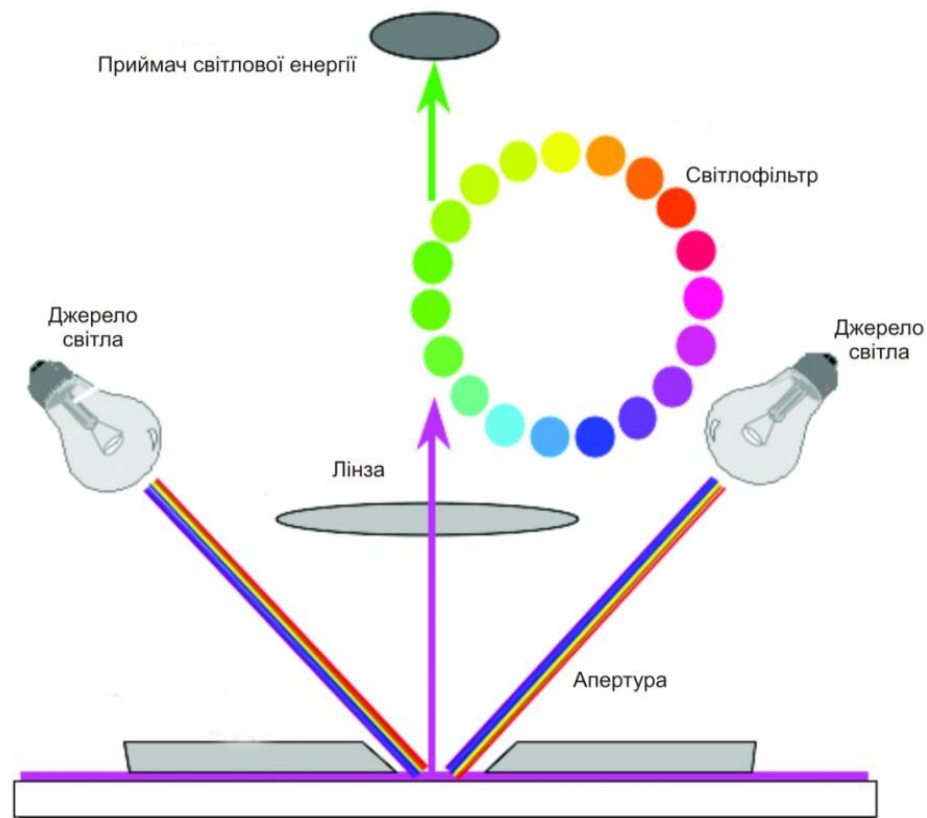
Колориметром вимірюють:

- координати кольору у різних колірних моделях
- оптичну щільність
- розтискування
- трепінг

Спектрофотометром вимірюють:

- координати кольору та колірності у різних колірних моделях
- відхилення кольорового тону
- відмінність кольору між зразками (колірний контраст)
- баланс по сірому

Схема роботи спектрофотометра



Графічні формати файлів



Для зберігання зображень в комп'ютерній графіці використовують декілька десятків форматів файлів. Деяка частина з них стала стандартами і використовується в більшості графічних програм.

За типами графічні формати поділяють на:

- ✓ **растрові формати** – призначені для зберігання растрових даних;
- ✓ **векторні формати** – призначені для зберігання векторних даних;
- ✓ **метафайлові формати** – можуть зберігати як растрові, так і векторні дані;
- ✓ **формати сцени** – містять додатково інструкції, що дозволяють програмі візуалізації відновити зображення цілком;
- ✓ **формати анімації** – прості дозволяють відображати зображення в циклі одне за одним, а більш складні зберігають початкове зображення та відмінності між двома зображеннями, які послідовно відображаються;
- ✓ **мультимедійні формати** – призначені для зберігання даних різних типів (графіки, звуку, відео) в одному файлі;
- ✓ **тривимірні** формати – містять опис форми і кольору об'ємних моделей



Найпоширенішими форматами графічних файлів є BMP, GIF, JPEG, PNG і TIFF, WMF, CDR, CMX, EPS, SWF

**Растрові
формати**

BMP

GIF

JPEG

PSD

PNG

TIFF

Отримують з програм растрової графіки, або шляхом перетворення векторних зображень.

**Векторні
формати**

CDR

AI

DXF

WPG

Найбільш поширені формати векторних графічних редакторів CorelDRAW, Adobe Illustrator та пакета інженерної графіки AutoCAD.



BMP (Bitmap)

Застосовуються для збереження растрових зображень без стиснення, з кодуванням інформації про кожен піксел.



GIF
(CompuServe
Graphics
Interchange
Format)

Призначений для стиснення растрових зображень, у яких міститься багато однорідних заливок. Обмеження полягає в тому, що кольорове зображення може бути записане тільки в режимі 256 кольорів.



JPEG (Join
Photographic
Experts Group)

Краще застосовувати для зберігання растрових зображень фотографічної якості, дозволяє гнучко варіювати між рівнем стиснення та якістю зображення



PNG (Portable
Network
Graphics)

Використовується для зображень, які розміщуються в Інтернеті, забезпечує однаковий вигляд зображення незалежно від використаного браузера та монітора



TIFF (Tagged
Image File
Format)

Один із найпоширеніших і найнадійніших растрових форматів, найкращий вибір для сканованих малюнків, а також для імпортування растрової графіки у векторні редактори

Приклад зміни розмірів файлу при зміні формату запису



JPEG

45 Kб

BMP

446 Kб

GIF

98 Kб

PNG

233 Kб

TIFF

468 Kб

Формат BMP (BitMap) – це растровий формат, створений Microsoft, орієнтований на застосування в ОС Windows. Підтримує тільки зображення в моделі RGB із глибиною кольору до 24 біт.

Формат PCX – це один з перших растрових форматів, створений для програми PC Paintbrush.

Формат TIFF (Tagged Image File Format) створений спеціально для збереження сканованих зображень. Перевагою формату є підтримка практично будь-якого алгоритму стиснення.

Формат PSD (PhotoShop Document) – це власний формат програми Adobe Photoshop, підтримує всі можливості програми, зокрема, пошарову структуру зображення.

Формат CPT (Corel Photo Paint) призначений для збереження зображень, створених у програмі Corel Photo Paint. Він також підтримує пошарову структуру картинки, збереження в будь-якій колірній моделі та ін.

Формат JPEG (Joint Photographic Experts Group) уперше реалізував принцип стиснення зображень із втратами інформації. Він базується на видаленні з зображення того, що все одно погано сприймається людським оком. Ступінь стиснення плавно регулюється. Найбільш широко JPEG використовується при створенні зображень для електронного поширення через Інтернет.

Формат GIF (Graphics Interchange Format) створений спеціально для передачі растрових зображень у глобальних мережах. Підтримує тільки індексовані зображення. Цей формат дозволяє зберігати в одному файлі кілька індексованих зображень (майже як шари в Photoshop). Браузери здатні демонструвати всі ці зображення по черзі, одержуючи в результаті нескладну анімацію.

Формат PNG (Portable Network Graphics) призначений для передачі зображень в мережі.

Формат FPX (Flax Pix) створений для Internet і може зберігати зображення одночасно в декількох значеннях роздільної здатності. Це дозволяє роздруковувати зображення, що розміщені на Web-сторінках, які мають дуже низьку екранну роздільну здатність.

Формат EPS (Encapsulated PostScript) – це векторний формат, з яким можуть працювати всі сучасні програми ілюстрування. Зображення зберігається у двох копіях: основній (для друкування на PostScriptпринтерах) і додатковій (для відображення на екрані).

Формат PDF (Portable Document Format) – універсальний формат для електронного поширення документів, в яких можуть бути як ілюстрації (векторні і растрові), так і текст, причому з безліччю шрифтів і гіпертекстових посилань.

Формат CDR (Corel DRAW) є форматом програми векторної графіки Corel DRAW.

Формат WMF (Windows Meta-File) векторний формат, в який конвертуються зображення при перенесенні з програми в програму через буфер обміну Windows.