# Тема 1. Вступ до комп’ютерної графіки. Основні поняття теорії кольору

1.1. Поняття про комп’ютерну графіку, класифікація

1.2. Напрями використання комп’ютерної графіки.

1.3. Колір як галузь науки.

1.4. Колірні моделі. RGB, CMYK, Lab, HSB (HSV).

# *1.1. Поняття про комп’ютерну графіку, класифікація*

Якщо подивіться навколо – обкладинки журналів, рекламна друкарська продукція, газети, рекламні ролики по телебаченню, фільми, корпоративні презентації, компакт-диски, Інтернет – це все галузі застосування комп’ютерної графіки, основу якої становить робота з цифровими зображеннями. Велика частина цих зображень була створена, відретушована, виправлена, збільшена та розфарбована на комп’ютері.

Часто більш ефективно і економічно вигідно створювати зображення на комп’ютері, ніж з використанням традиційних методів. Це пов’язано з тим, що цифрові зображення простіше зберігати, тиражувати та редагувати. Сучасний світ немислимий без комп’ютерної обробки графічної інформації. Це необхідно не тільки професіоналам, що створюють мультфільми та спецефекти, комп’ютерні ігри та книжкові ілюстрації. Ділова графіка в офісі також стає все більш звичною. Комп’ютерна графіка широко використовується для створення презентаційних матеріалів, що використовуються на лекціях в університетах, шкільних уроках та різних нарадах.

**Комп’ютерна графіка** – це спеціальна галузь інформатики, яка займається методами і засобами створення й обробки зображень за допомогою програмно-апаратних обчислювальних комплексів. Вона охоплює усі види і форми представлення зображень, доступних для сприйняття людиною або на екрані монітора, або у вигляді копії на зовнішньому носії (папір, кінострічка, тканина тощо).

Структура і методи комп’ютерної графіки засновані на передових досягненнях фундаментальних і прикладних наук: математики, фізики, хімії, біології, статистики, програмування та безлічі інших. Це стосується як програмних, так і апаратних засобів створення й обробки зображень на комп’ютері. Тому комп’ютерна графіка є однією з тих галузей інформатики, які найбільш бурхливо розвиваються.

**Як створюються цифрові зображення.** Цифровим може бути названо зображення, створене з використанням комп’ютерної програми – графічного редактора. Це може бути слайд, малюнок, текстура, тривимірна сцена, малюнок або щось подібне в електронному вигляді.

Цифрове зображення створюється, наприклад, сканером або цифровим фотоапаратом, а потім редагується в програмі для обробки зображень, наприклад Adobe Photoshop або Corel PHOTO-PAINT або якихось інших, більш зручних для вас програмах. Після виведення зображення на екрані комп’ютера ви можете змінювати його колір, ретушувати, повертати, згинати, спотворювати тощо.

Існують також спеціальні програми, такі як Corel Painter, що мають можливості створення малюнків з нуля, вибравши для цього потрібні електронні кисті і фарбу. Електронне перо в руці (або миша) малює в програмі Painter так само, як кольорові олівці на звичайному папері. Електронна технологія дозволяє імітувати кольорову крейду та змішувати різні кольори фарб. Коли зображення буде створено, його можна зберегти на диску або роздрукувати.

# *Класифікація комп’ютерної графіки*

**1) За способом створення зображень:**

* растрову
* векторну
* фрактальну графіку, що базується на спеціальних математичних обчисленнях,
* трьохвимірну графіку, що вивчає методи побудови об’ємних моделей об’єктів у віртуальному просторі.

**2) За призначенням:**

* інженерну графіку, до якої належать викреслюючі програми для створення креслень, карт, ескізів тощо, наприклад, САПР AutoCAD, ArchiCAD;
* художню графіку, до якої належать програми малювання для створення і редагування найрізноманітніших зображень, наприклад, графічні редактори Paint, Photoshop, Corel DRAW тощо;
* ділову графіку, до якої належать програми, що забезпечують візуалізацію числових (економічних, фінансових, статистичних, фізичних тощо) даних у вигляді діаграм і графіків.
* Web-графіка,
* комп’ютерна поліграфія
* комп’ютерна анімація.

**3) За способами представлення кольорів**:

* чорно-білу;
* кольорову.

**Поняття про растрову графіку**

**Растрове зображення** – це зображення, що являє собою набір різнокольорових точок пікселів, кожний із яких має певний колір.

Растрове зображення являє собою сітку – **растр** (ніби аркуш в клітинку), в якій кожна клітинка зафарбована яким-небудь кольором. Через те, що точки растру дуже маленькі, людське око не розрізняє їх, а сприймає картинку в цілому.

Растрове зображення характеризується розмірами малюнка, тобто кількістю точок по горизонталі і вертикалі. При цьому, піксель сам собою не має розміру, а геометрична величина малюнка залежить від **роздільної здатності**, тобто кількості пікселів на одиницю довжини чи ширини. Як правило, роздільна здатність вимірюється в точках на дюйм – **dpi** (dots per inch). У цифровій формі кожна точка представлена єдиним параметром – кольором. Тому редагування зображення полягає в зміні кольорів його окремих пікселів.

Під час перегляду растрового зображення у звичайному масштабі розміри пікселів такі малі, що зображення здається суцільним. Але після збільшення масштабу перегляду графічного зображення або його розмірів стає помітна мозаїчна структура зображення. Це явище називають **пікселізацією зображення**.

 **Переваги:**

* Дозволяє створити практично будь-яке зображення, незалежно від складності.
* Висока швидкість обробки складних зображень, якщо не потрібно масштабування.
* Простота автоматизованого вводу (оцифрування) зображень за допомогою сканерів, відеокамер, цифрових фотоапаратів.
* Фотореалістичність. Можна отримувати різні ефекти, такі як туман, розмитість, тонко регулювати кольори, створювати глибину предметів

**Недоліки:**

* Великий розмір файлів у простих зображень.
* Неможливість ідеального масштабування.
* Складність управління окремими фрагментами зображення.

**Векторна графіка. Математичне представлення об’єктів**

**Векторне зображення –** це зображення, що складається з геометричних об'єктів (ліній, кіл, кривих тощо), які описуються математичними рівняннями, - графічних примітивів

У векторній графіці зображення будується за допомогою математичного опису об’єктів, таких, наприклад, як лінія, коло, прямокутник. З їх допомогою створюються складніші об’єкти.

Якщо в растровій графіці базовим елементом є точка (піксель), то в векторній – **лінія**. Лінія має ряд властивостей – форму (пряма, крива), товщину, колір, накреслення (суцільна, пунктирна, штрих-пунктирна тощо). Замкнуті лінії мають ще одну властивість – заповнення. Незамкнута лінія обмежена двома точками, що називаються **вузлами**. Властивості вузлів визначають форму кінця лінії (стрілка, маркер, точка) і характер з’єднання її з іншими об’єктами (округлення, злам, дотик, перетин).

**Переваги:**

* невеликі розміри файлів зображень;
* збереження якості при масштабуванні;
* простота редагування окремих елементів зображення.

**Недоліки:**

* складність реалістичного відтворення об’єктів;
* відсутність плавного переходу між кольорами;
* відсутність пристроїв для автоматизованого створення зображення**.**

**Фрактальна графіка**

Фрактальна графіка також базується на математичних обчисленнях. Але на відміну від векторної, зображення будується не за допомогою графічних примітивів, а на основі спеціальних математичних формул – **фракталів** (“fractus” – той, що складається з фрагментів). Основною властивістю фракталів є самоподібність, тобто будь-який фрагмент фракталу тим чи іншим чином відтворює його глобальну структуру. За допомогою фрактальних зображень імітують природні чи космічні ландшафти, трьохвимірні об’єкти.

**Трьохвимірна графіка**

Трьохвимірна (3D) графіка, як правило, поєднує векторний і растровий способи формування зображень і використовується для комп’ютерного моделювання реальних об’єктів, наприклад, при інженерному проектуванні чи комп’ютерній анімації.

Типова схема просторового моделювання:

– проектується і створюється віртуальний каркас (скелет) об’єкта;

– проектуються і створюються віртуальні матеріали (текстури), які візуально схожі на реальні;

– віртуальні матеріали накладаються на різні частини об’єкта;

– настроюються фізичні параметри простору: освітлення, гравітація.

**Формати графічних даних**

**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 DRАW) є форматом програми векторної графіки Corel DRАW.

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

# *1.2. Напрями використання комп’ютерної графіки*

Поширення комп’ютерної графіки почалося з поліграфії. Але незабаром вона вирвалася з тісних приміщень друкарень на простір широкого використання. Величезну популярність завоювали комп’ютерні ігри, наукова графіка і фільми. Зараз без розвиненої і витонченої графіки не обходиться жоден фантастичний фільм, жодна комп’ютерна гра. Створені зображення настільки реальні, що важко повірити в те, що все це створено на комп’ютері. Найталановитіші команди математиків, програмістів і дизайнерів працюють над цим на найпотужніших машинах. Жодна пристойна доповідь у сфері бізнесу не обходиться зараз без комп’ютерної презентації.

Комп’ютерна графіка не є простим малюванням за допомогою комп’ютера, а являє собою досить складний комплекс, який умовно можна розділити на декілька напрямів:

1. **Двовимірна графіка**:

– растрова графіка (bitmap, або raster); – векторна графіка (vector, або draw); – фрактальна графіка (fractal).

1. **Поліграфія** – створення візиток, бланків, буклетів і плакатів, інформаційних бюлетенів, журналів, брошур та рекламної продукції. (Adobe PageMaker, Adobe InDesign та QuarkXPress).
2. **Web-дизайн** – World Wide Web (WWW).
3. **Мультимедіа** – це галузь комп’ютерної графіки, яка пов’язана зі створенням інтерактивних енциклопедій, довідкових систем, навчальних програм та інтерфейсів до них. (Adobe (Macromedia) Director або MS Power Point)
4. **3D-графіка та комп’ютерна анімація**. 3D-графіка – це створення штучних предметів і персонажів, їх анімація і суміщення з реальними предметами та інтер’єрами. Напрямки:
* Індустрія комп’ютерних ігор. Анімаційні заставки, інтерфейси та персонажі комп’ютерних ігор, що створюються в програмах 3D-графіки.
* Телевізійна реклама та оформлення телевізійних каналів.
* Кіномистецтво – створення як повністю анімаційних фільмів, так і додавання спецефектів до художніх фільмів.
* Створення керованих "віртуальних світів" для різних навчальних цілей.
* Багато архітекторів і дизайнери використовують 3D-графіку для побудови макетів і тривимірних моделей архітектурних пам’яток і будівель, яких ще не існує в природі.
1. **Відеомонтаж.** Види:
* *Спецефекти в кіно,*
* *Підготовка телевізійних передач.* (Adobe Premier Pro, Sony Vegas та Liquid Edition-Pinnacle Studio)
1. **САПР (системи автоматизованого проектування) і ділова графіка**. Програми САПР (або CAD – computer-aided design) є векторні програмні засоби, які знайшли широке застосування в різних сферах людської діяльності.

Одне з головних застосувань складає їх використання в різних галузях інженерної конструкторської діяльності – від проектування мікросхем до створення літаків.

Іншою важливою сферою застосування САПР є архітектура. Так, фірма McDonald’s вже з 1987 року використовує машинну графіку для архітектурного дизайну, розміщення посадкових місць, планування приміщень та проектування кухонного устаткування. Використання машинної графіки дозволяє візуально відтворювати двомірні зображення і тривимірні моделі.

САПР використовується і в медицині. Наприклад, автоматизоване проектування імплантантів, особливо для кісток і суглобів, дозволяє мінімізувати необхідність внесення змін в ході операції, що скорочує час перебування на операційному столі (результат позитивний як з точки зору пацієнта, так і з точки зору лікаря).

Прикладами таких програм є AutoCAD фірми Autodesk, Компас 3D та інші.

Сфери застосування комп’ютерної графіки надзвичайно різноманітні. Кожен її напрям має свої відмінні особливості і тонкощі "технологічного виробництва". Для кожного з них створено своє програмне забезпечення, що включає різноманітні спеціальні програми (графічні редактори). Незалежно від галузі використання кожен графічний редактор, як правило, повинен включати:

* інструменти для створення зображення на комп’ютері;
* бібліотеки готових зображень;
* набір шрифтів;
* набір спецефектів.

Крім того, він повинен бути сумісним з іншими графічними програмами.

# *1.3. Колір як галузь науки*

Зовсім недавно в питаннях кольору в комп’ютерній графіці розбиралися тільки професіонали. Сьогодні кольорова графіка активно використовується багатьма рядовими користувачами для підвищення інформативності і наочності повсякденних документів: публікацій, слайдів, презентацій та повідомлень електронної пошти. Але, незважаючи на це, колір залишається одним з найбільш важких для реалізації елементів дизайну.

Для розуміння принципів відтворення та синтезу кольорів за допомогою палітр та вікон діалогу графічних редакторів у першу чергу необхідно познайомитися з теорією кольору і пов’язаної з нею термінологією. Це дозволить уникнути багатьох помилок і невдач.

**Колір у природі.** Світ – це колір і все, що ми бачимо – ми бачимо за допомогою кольору і завдяки кольору. Нас оточує природа зі своєю пишністю фарб. Навколо – зелена трава та синє небо. Світ повний яскравих квітів, комах та птахів.

Людське око – дуже тонкий інструмент, але, на жаль, сприйняття кольору для нього суб’єктивно. Дуже важко переказати іншій людині своє відчуття кольору. Колір можна тільки бачити. Всі ми, хоч один раз в житті бачили, милувалися і відчували особливі почуття і хвилювання перед таким явищем природи, як веселка. Ці почуття, які ми відчуваємо, не можна ні переказати, ні передати іншій людині. Всі ми визначаємо їх одним словом: "Дивись!"

Наукою доведено, що, на відміну від більшості представників тваринного світу, людина має найбільш розвинений кольоровий зір. І оскільки зір виконує функції одного з основних каналів сприйняття інформації про зовнішній світ, то саме колір відіграє найважливішу роль в процесі його інтерпретації.

Вплив кольору на людину багатогранний. У повсякденному житті він визначає наш настрій і самопочуття, впливає на працездатність і психологічний стан. Не існує, мабуть, жодної сфери діяльності людини, жодної професії, де б людині не доводилося вирішувати питання, пов’язані з кольором.

У нашому житті колір такий же природний компонент, як повітря, яким ми дихаємо. І все ж в окремі моменти, звернувши увагу на цікаве поєднання кольорів, ми дивуємося і задаємо собі питання – що ж, власне, являє собою колір?

Незважаючи на, здавалося б, простоту і відчутність цього поняття, дати визначення кольору не таке просте. Ось декілька варіантів ексклюзивних відповідей на дане питання людьми, знайомими зі шкільним курсом фізики:

* колір – це довжина хвилі;
* колір – це властивість поверхні;
* колір – це спектральний склад електромагнітного випромінювання.

Проте всі ці відповіді неточні або, як мінімум, неповні.

Почнемо з першого, що ставить у центральне місце довжину хвилі. Однак електромагнітне випромінювання з однією і тією ж довжиною хвилі, але різної інтенсивності сприймається як різні кольори (так, випромінювання з довжиною хвилі 675 нм може сприйматися і як червоно-коричневий, і як червоний колір).

Другий варіант також не дає однозначного визначення кольору. Контраргументом для нього може служити той факт, що сірі стіни будинків, освітлені західним сонцем, здаються нам помаранчевими.

Найбільш, здавалося б, близький до правильного визначення кольору третій варіант, проте, також не однозначний. Як буде показано далі, електромагнітне випромінювання різного спектрального складу може сприйматися людським оком як один і той же колір (так зване явище метамерии).

Неповнота наведених варіантів визначення кольору пов’язана з акцентом на його фізичну природу. Насправді в сприйнятті кольору необхідно приймати до уваги наявність не тільки "фізичних", а й суб’єктивних факторів, які є предметом дослідження інших наук.

**Колір як предмет науки.** Проблемами кольору з глибокої давнини і до наших днів займається цілий ряд наукових дисциплін, кожна з яких вивчає колір зі свого боку. Фізику насамперед цікавить енергетична природа кольору, фізіологію – процес сприйняття світла людиною і перетворення його в колір, психологію – проблема сприйняття кольору і впливу його на психіку, здатність викликати різні емоції, біологію – значення і роль кольору в життєдіяльності живих організмів і рослин.

У сучасній науці про колір важлива роль належить і математиці, за допомогою якої розробляються методи описи та вимірювання відтінків кольору. Існує ще ряд наукових дисциплін, що вивчають роль кольору в більш вузьких сферах людської діяльності, наприклад, такі як поліграфія, хімія лаків і фарб, криміналістика тощо. Сукупність усіх цих наук, що вивчають колір, визначають як галузь науки про колір, або кольорознавство.

**Елементи кольору.** Уявіть собі, що перед вами лежить аркуш білого паперу з намальованим на ньому зеленим квадратом. Ви не замислювалися, чому цей колір зелений? Відповідь на це питання криється в фізичних, фізіологічних і психологічних уявленнях про природу кольору.

Для того щоб "побачити" колір, необхідні три речі (рис. 1.1):



Рис. 1.1. Основні учасники процесу сприйняття кольору

* джерело світла – те, що створює випромінювання (світлове) і допомагає нам бачити колір;
* об’єкт;
* наше око (приймач випромінювання) – те, що реєструє світло і дозволяє відчути колір.

Тепер можна перейти до оцінки ролі фізичних, фізіологічних, психологічних і біологічних аспектів процесу сприйняття кольору. Спрощено цей процес можна представити в наступному вигляді.

* Перший аспект – фізика. Світло потрапляє на квадрат і відбивається.
* Другий аспект – фізіологія. Відбите світло потрапляє в око людини і впливає на світлочутливі клітини ока, які містять два типи рецепторів: палички (cones) і колбочки (staves). Палички активні тільки в темряві або в сутінках. При нормальному освітленні ми сприймаємо колір виключно за допомогою трьох різновидів колб, кожна з яких чутлива до певного діапазону видимого спектру. В даному випадку відбите від об’єкту світло впливає на колбочки, чутливі до зеленого кольору.
* Третій аспект – психологія. Колбочки передають відповідні імпульси в мозок, який після обробки та подальшої інтерпретації видає повідомлення: квадратний, зелений.

**Світло і колір.** Як вже було зазначено в розглянутому вище прикладі, наявність світла – обов’язкова умова візуального сприйняття всього колірного багатства навколишнього нас світу. У той же час з курсу елементарної фізики відомо, що біле світло незалежно від його джерела – сонце, лампочка або екран монітора – в дійсності представляє собою суміш кольорів. Якщо пропустити промінь білого світла через просту призму, він розкладеться на кольоровий спектр. Кольори цього спектра умовно класифікують як червоний, помаранчевий, жовтий, зелений, блакитний, синій та фіолетовий. Будь-який з них, в свою чергу, являє собою електромагнітне випромінювання, що перекриває досить широкий діапазон довжин хвиль видимого спектру (рис. 1.2). Для нашого ока кожен фрагмент цього видимого спектру володіє унікальними характеристиками, які і називаються кольором. Оскільки у видимому спектрі містяться мільйони кольорів, то відмінність між двома сусідніми кольорами практично невідчутна.

Спектральний склад кольору можна представити у вигляді графіка розподілу енергії випромінювання за різними довжинами хвиль





Рис. 1.2. Спектральний склад білого світла

***1.4 Колірні моделі. RGB, CMYK, Lab, HSB (HSV).***

 **Колірна модель** – це спосіб задання (оцифровування) кольору для його виведення на екран монітора або друк.

Монітор випромінює світло, тому для створення кольору на екрані використовують аддитивні моделі кольорів (будь-який колір отримують шляхом об’єднання, додавання первинних кольорів). Друкована сторінка не випромінює, а відбиває світло, тому для друку використовують субтрактивні моделі кольорів, побудовані на відніманні вторинних кольорів від основного. У кожній моделі прийнято кілька базових компонент, і кожна базова компонента вносить вклад у створення конкретного кольору. Базові компоненти моделі називаються каналами.

* **Модель RGB.** Аддитивна модель **RGB** описує кольори, що випромінюються. Базовими компонентами моделі є три кольори – червоний (**Red**), зелений (**Green**), синій (**Blue**). Інші кольори являють собою суміш (об’єднання) трьох базових у різних співвідношеннях. Кожна складова може змінюватися в межах від 0 до 255. Такий спосіб надає доступ до всіх 16 мільйонів кольорів. Модель є трьохканальною (має три складові) і 24- бітною (кольори одного пікселя представляються 24 бітами - по байту на канал).
* **Моделі CMY і CMYK.** Модель **CMY** (**Cyan** – голубий, **Magenta** – пурпуровий, **Yellow** – жовтий) описує кольори, що відбиваються. Канали 7 субтрактивної моделі CMY - це результат віднімання основних кольорів моделі RGB від білого: Голубий = Білий – Червоний; Пурпуровий = Білий – Зелений; Жовтий = Білий – Синій.

Пурпурова, голуба і жовта фарби (поліграфічна тріада) послідовно наносяться на папір у різних пропорціях, і можуть утворити будь-який колір видимого спектра. Але для опису реального друку введено четвертий базовий компонент (**blaK** – чорний) і використовується **чотирьохканальна** модель **CMYK**, оскільки реальні фарби містять домішки, і при змішуванні дають не чорний, а темно-коричневий колір. До того ж, для друкування дуже темних і чорних кольорів було б необхідно використовувати велику кількість кожної фарби, що призводило б до перезволоження паперу і до невиправданої витрати фарб.

* **Модель HSB/HSL**. Будь-який колір у **трьохканальній** моделі HSB/HSL визначається своїм **колірним тоном** (**Hue** – відтінок, тон – довжина світлової хвилі), **насиченістю** (**Saturation** – насиченість, тобто відсоток доданої до кольору білої фарби) і **яскравістю** (**Brightness**) чи **освітленістю** (**Lightness**), тобто відсотком доданої чорної фарби.
* **Модель Lab**. Успішною спробою створення апаратно-незалежної моделі кольору, що базується на людському сприйнятті кольору, є модель **Lab**. Будь-який колір у Lab визначається яскравістю (**Lightness**) і двома компонентами: **a**, що змінюється в діапазоні від **зеленого** до **червоного**, і **b**, що змінюється в діапазоні від **синього** до **жовтого**. Модель Lab є **трьохканальною**. Її колірне охоплення надзвичайно широке і включає охоплення всіх інших колірних моделей, що використовуються у поліграфічному процесі.