

# **КОМП'ЮТЕРНА ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ**

**Digital Image Processing - DIP**

**2020 / 2021 навчальний рік**

# **МОДУЛЬ 1. ТЕМА 2.**

**Формальний опис зображення.  
Аналогові VS дискретні зображення.  
Кольорові простори**

# Зображення –

двовимірний сигнал, призначений  
для зорового сприйняття  
людиною.

Під зображенням будемо розуміти  
функцію двох дійсних змінних  $I(x, y)$ ,  
де  $I$  - це інтенсивність (яскравість) у  
точці з координатами  $(x, y)$ .

Найменший логічний елемент двовимірного цифрового зображення - **піксель** - неділимий об'єкт, що характеризується певним кольором.

Растрове комп'ютерне зображення складається з пікселів, розташованих по рядках і стовпцях.

Максимальна деталізація растрового зображення (число пікселів на одиницю площі) задається при його створенні і не може бути збільшена.

У систему обробки зображення надходять, як правило, в безперервному вигляді

Їх необхідно перетворити в цифрові.

Для цього виконуються операції дискретизації і квантування.

**Дискретизація** - це перетворення безперервного сигналу в послідовність чисел (відліків).

Найбільш зручний і природний спосіб дискретизації - уявлення сигналу у вигляді вибірки його значень в окремих, регулярно розташованих точках - **растрування**.

Послідовність вузлів, в яких беруться відліки, називається **растром**.

Інтервал, через який беруться значення безперервного сигналу називається **кроком дискретизації**.

Зворотня кроку величина називається **частотою дискретизації**.

# Теорема відліків Віттакера — Найквіста — Котельникова — Шеннона

Якщо безперервний сигнал  $x(t)$  має спектр, обмежений частотою  $F_{max}$ , то він може бути однозначно і без витрат відновлений за своїми дискретними відліками, узятими з частотою  $f_{samp} = 2 * F_{max}$  (або за відліками, узятими з періодом  $T_{sampl} = 1 / (2 * F_{max})$ ).

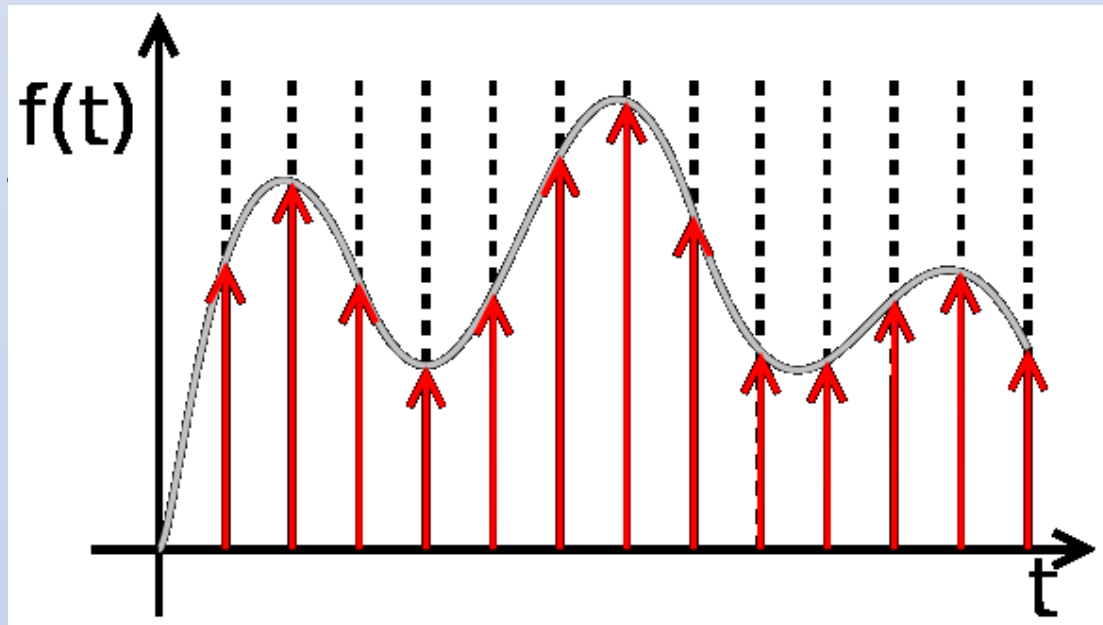
Для того, щоб відновити сигнал за його відліками без втрат, необхідно, щоб частота дискретизації була хоча б у два рази більша за максимальну частоту первинного неперервного сигналу:  $f_{samp} > 2 * F_{max}$ .

# Теорема відліків Віттакера — Найквіста — Котельникова — Шеннона

## Дискретизація

$$I_d(kT_s) = \sum_{k=1}^n I(t_k) \delta(t - kT_s)$$

$\delta(t)$   
одиничний імпульс



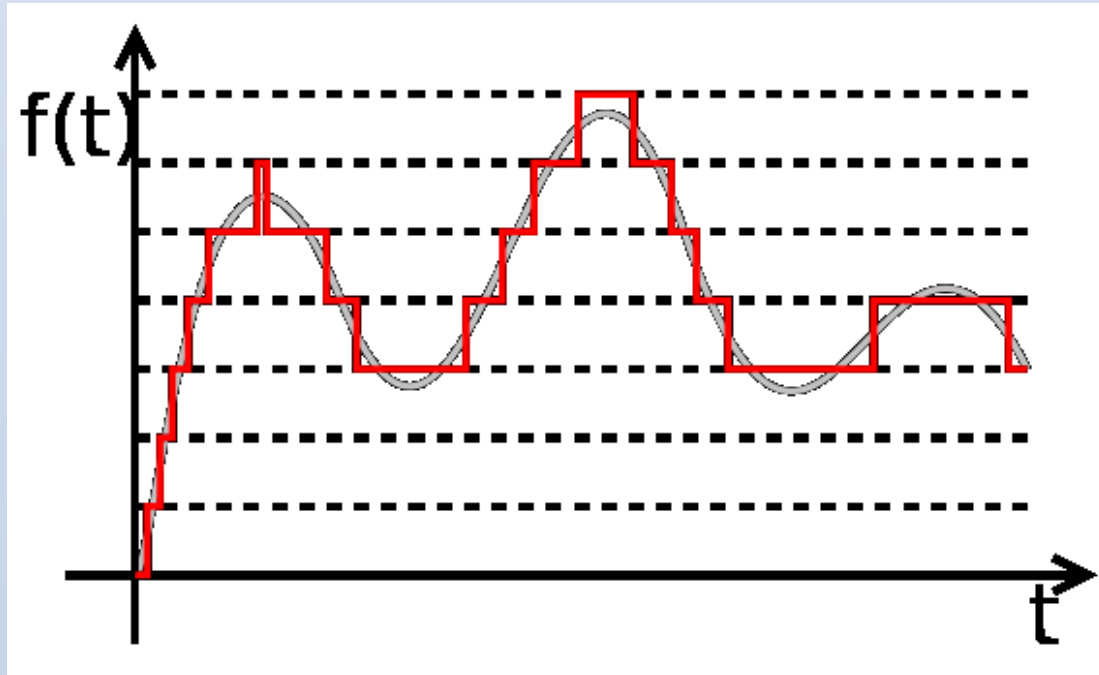


При цифровій обробці зображень безперервний динамічний діапазон значень яскравості ділиться на ряд дискретних рівнів. Ця процедура називається квантуванням. Її суть полягає в перетворенні безперервної змінної в дискретну, приймаючи кінцеву множину значень. Ці значення називаються рівнями квантування.

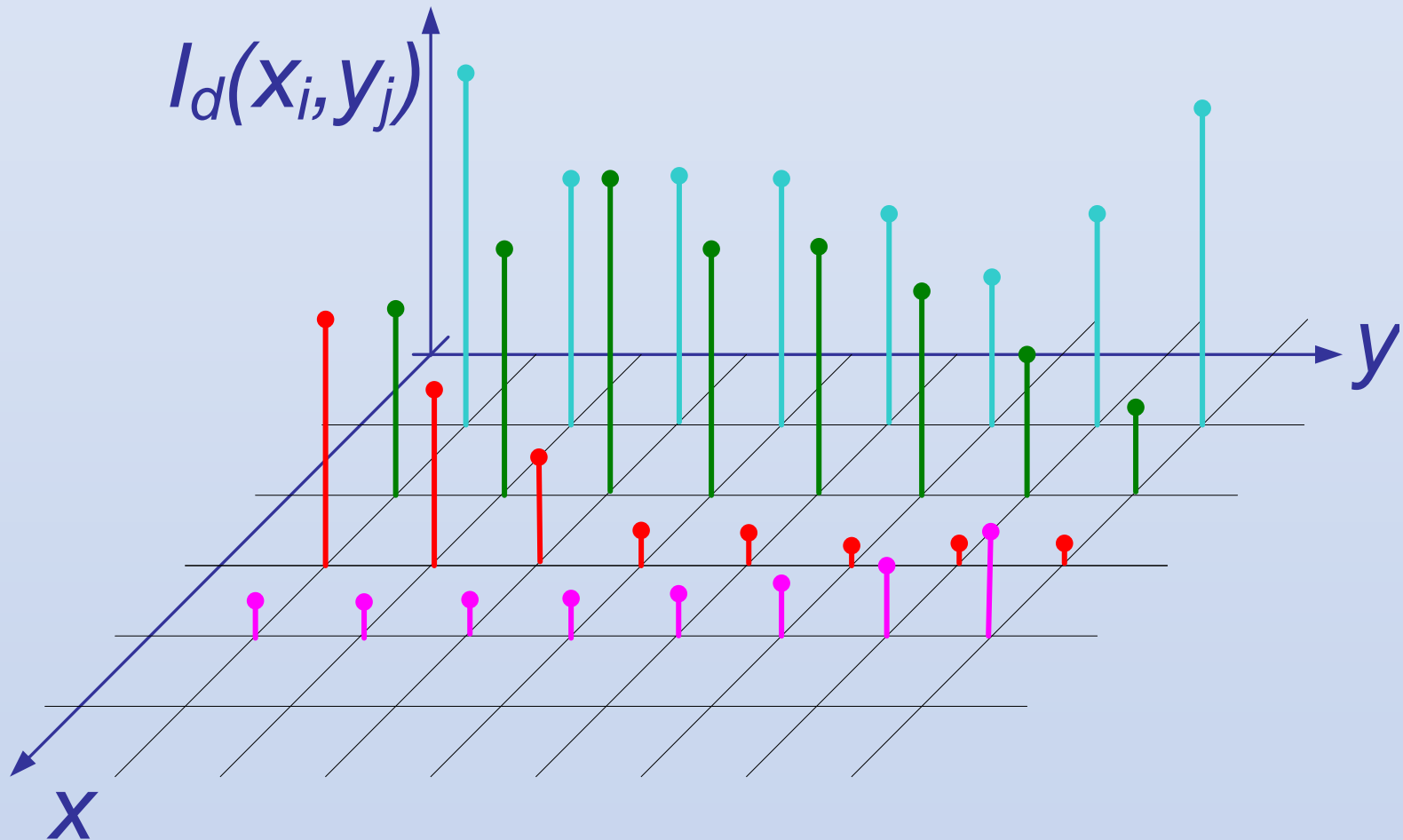
# Квантування сигналу за рівнем

Кількість рівнів  $n$  – глибина квантування.

$$\Delta I = \frac{I_{max} - I_{min}}{n}$$

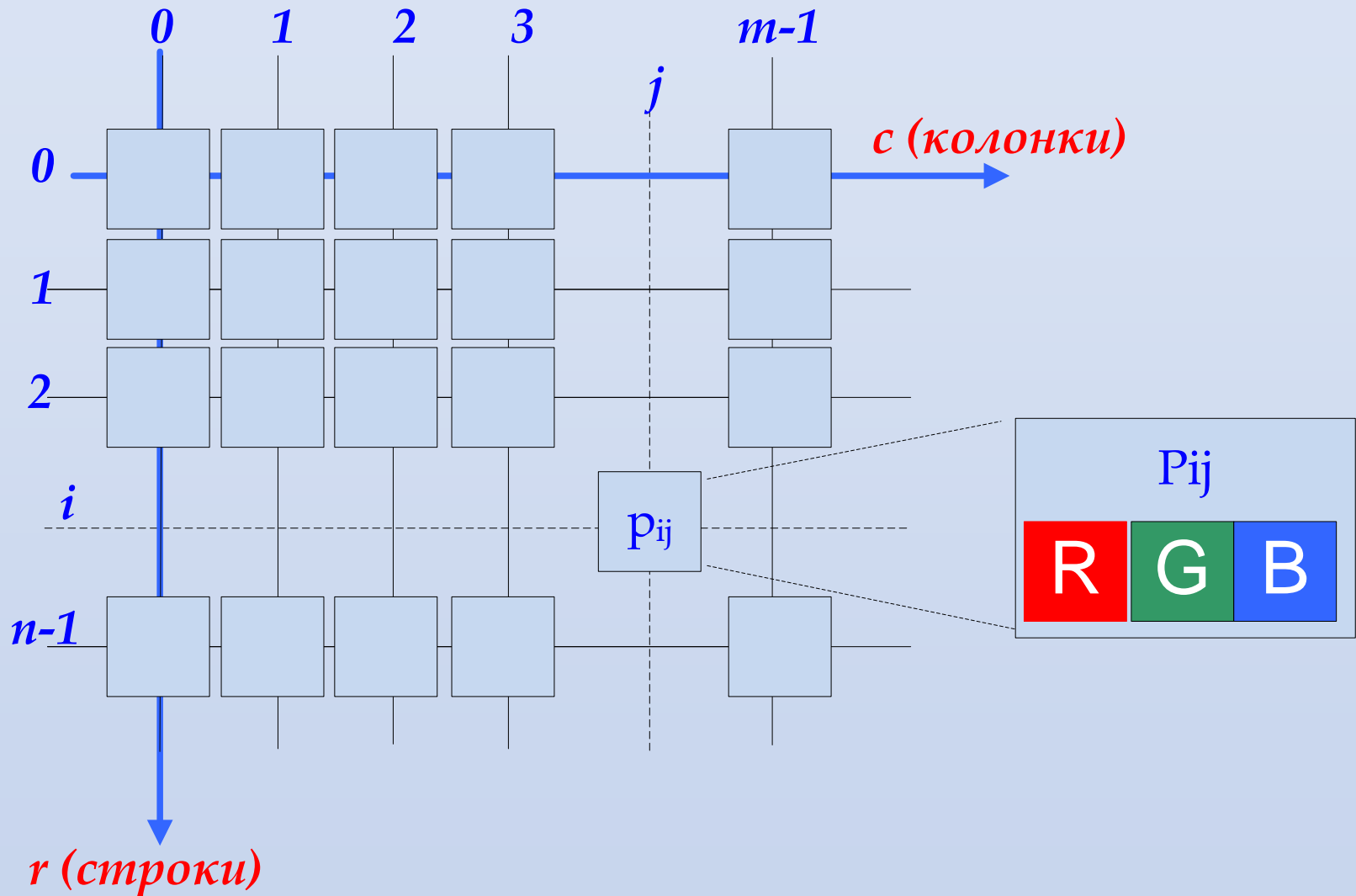


# Цифрове зображення



# Кодування зображення- опис кольорів пікселів в прийнятій колірній системі (RDB, CMYK, Lab та ін.)

# Цифрове зображення

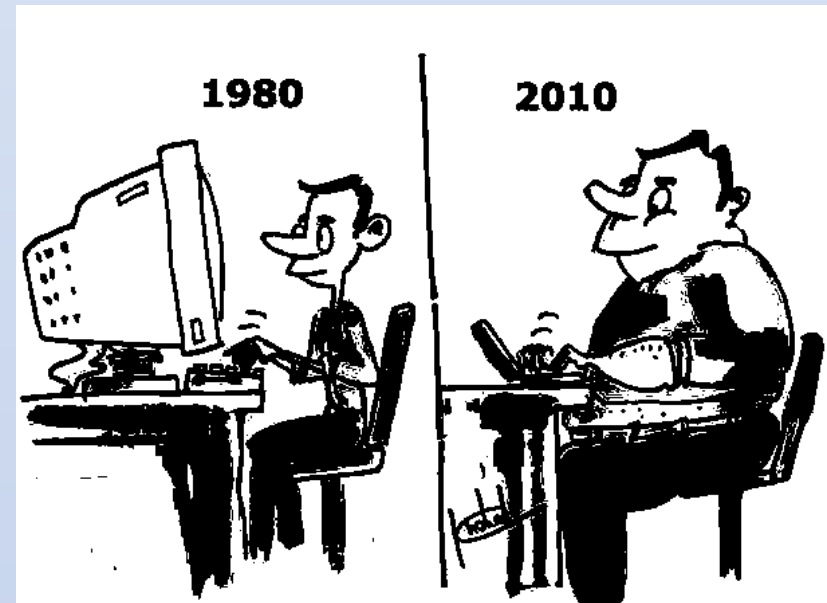


# Види зображень

- бінарні
- напівтонові
- кольорові індексовані
- повнокольорові

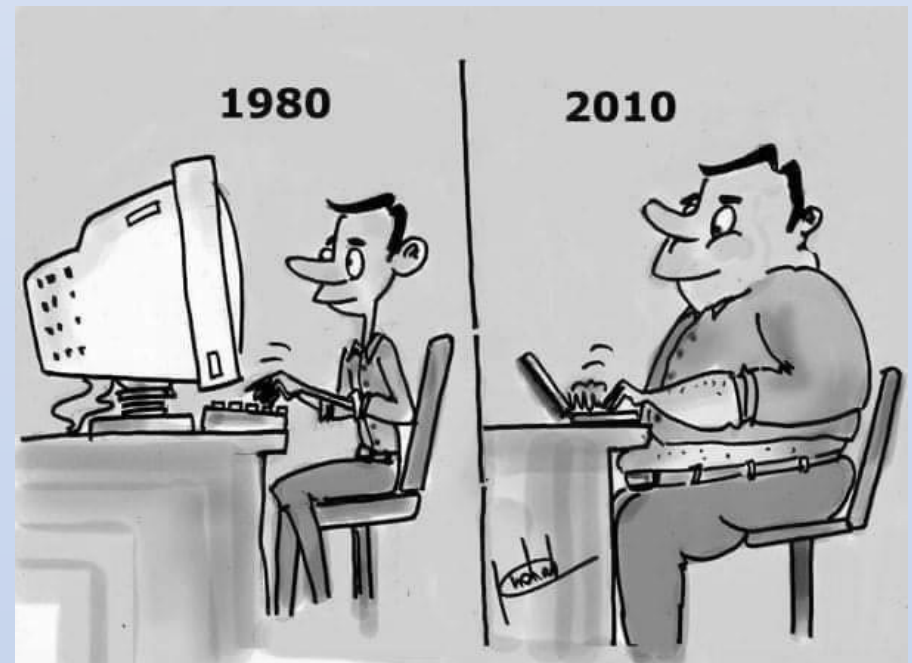
Бінарне зображення (дворівневе, двійкове): кожен піксель може представляти тільки один з двох кольорів.

Значення кожного пікселя умовно кодуються, як «0» і «1». Значення «0» умовно називають заднім планом або фоном, а «1» - переднім планом.



Півтонове (ахромтичне) зображення - це зображення, що має безліч значень тону, і їх безперервне, плавне змінення.

Безліч можливих півтонів називають рівнями сірого (англ. gray scale), незалежно від того, півтони якого кольору або його відтінку передаються.



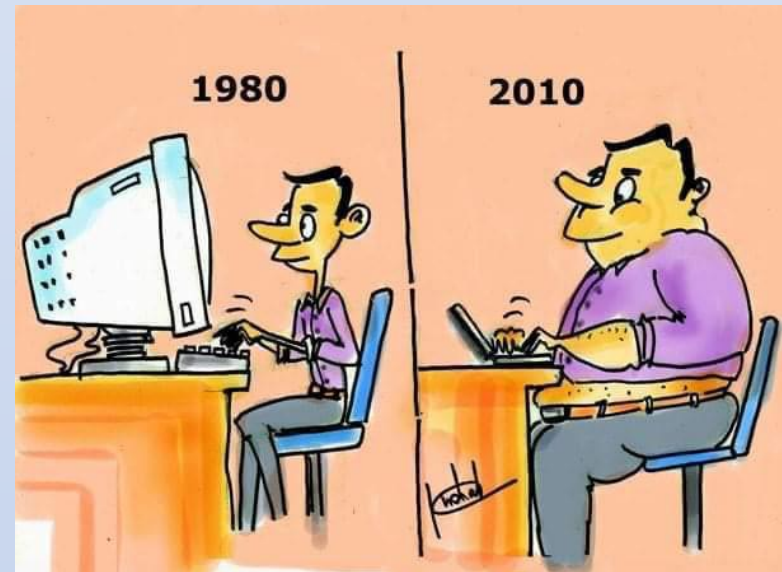


**Кольорове індексоване зображення** - зображення, у якого колір кожного елемента задається в спеціальній таблиці - палітрі (кожен елемент зображення має в якості кольору умовний індекс, який розшифровується по таблиці кольорів (палітрі) в реальні компоненти кольору).

# Повнокольорове зображення

характеризується поданням кінцевого синтезованого кольору на основі його компонентів в заданій колірній моделі (RGB, CMYK або ін.).

Колір будь-якого елемента представляється безпосередньо через значення кожного компонента в заданій колірній моделі.



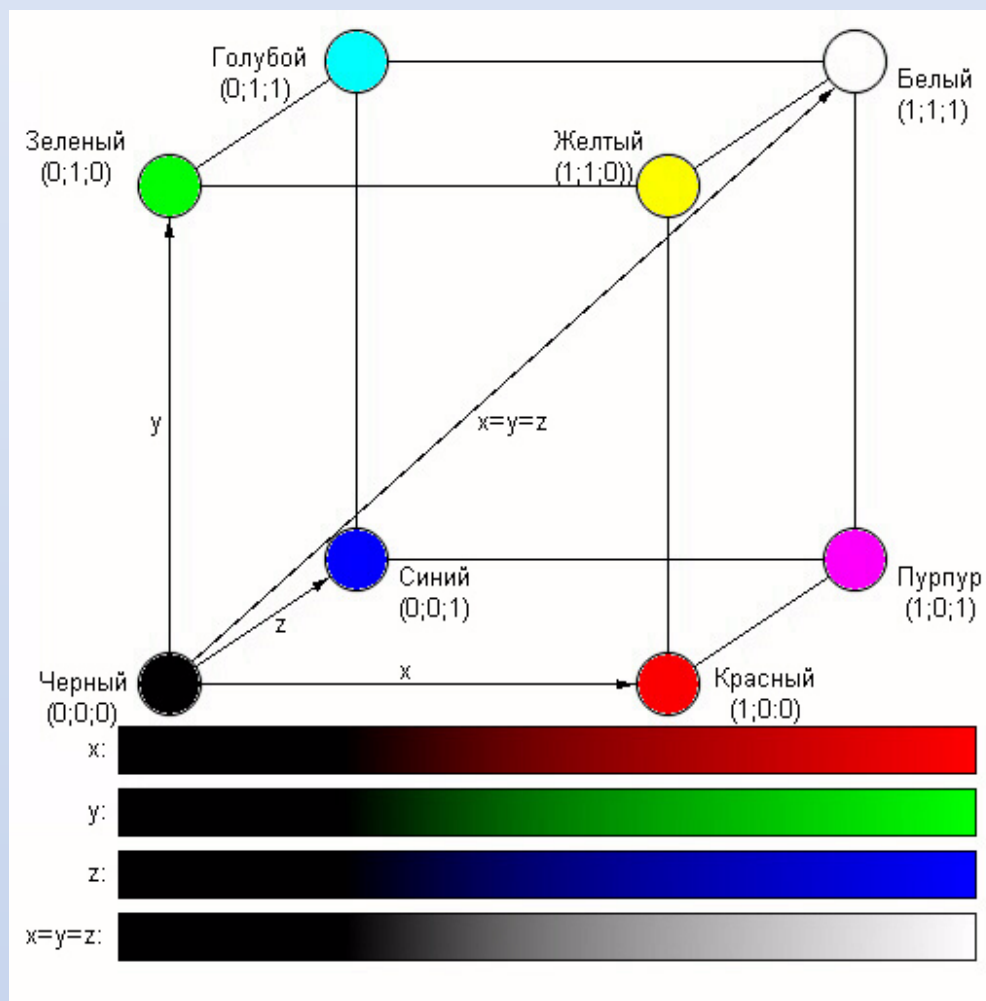
# Колірна модель RGB

Базується на особливостях людського зору. Ідеальна для поверхонь, що світяться (монітори, телевізори, кольорові лампи і т.п.).

Ідея (Ломоносов) - змішування трьох кольорів: червоного, зеленого, синього.

**RGB** - адитивна система змішування кольорів.

# Колірна модель RGB



# Колірна модель RGB



# Субтрактивна система кольорів СМУ (Cyan, Magenta, Yellow).

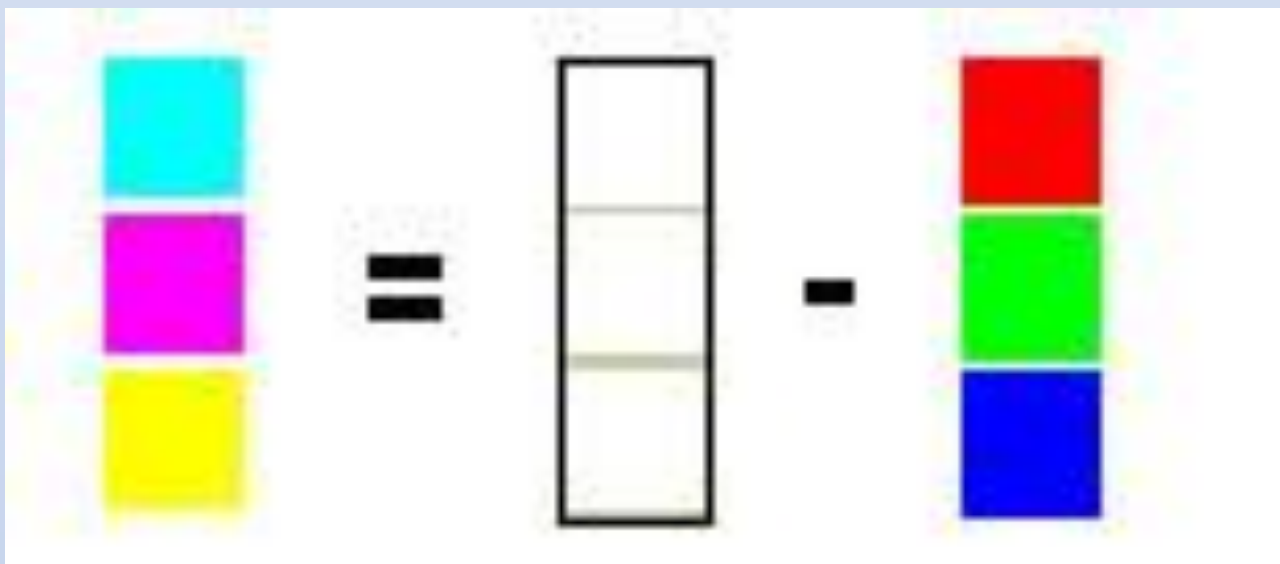
Застосовується для поверхонь, що відбивають (друкарських і принтерних фарб, плівок і т.п.).

Основні кольори СМУ є додатковими до основних кольорів RGB.

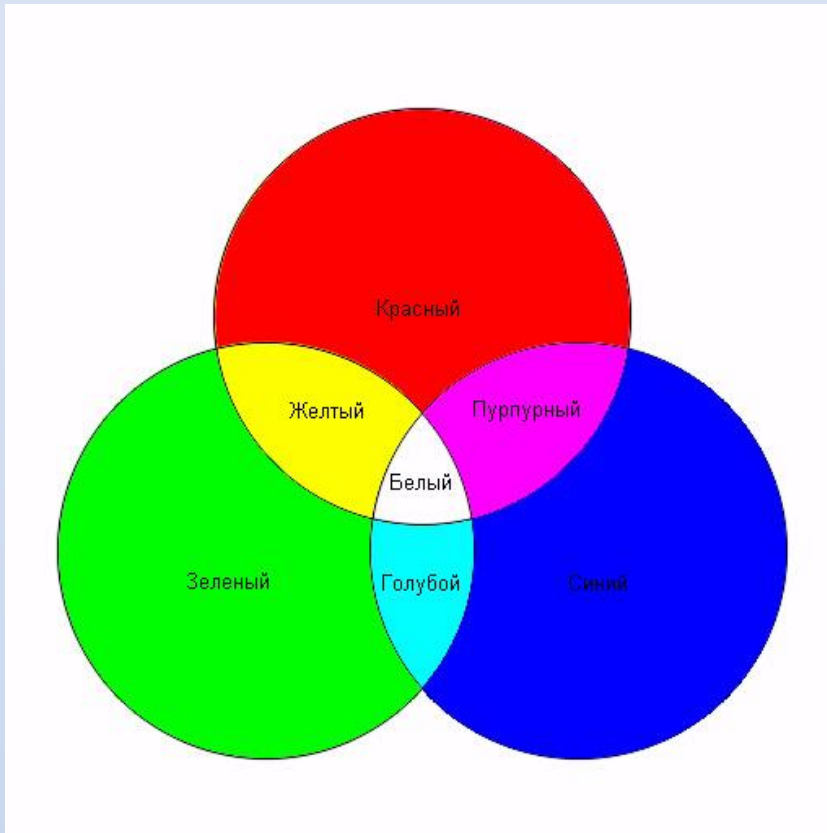
# Субтрактивна система кольорів СМУ (Cyan, Magenta, Yellow).

Додатковий колір – різниця між білим і даним, наприклад,

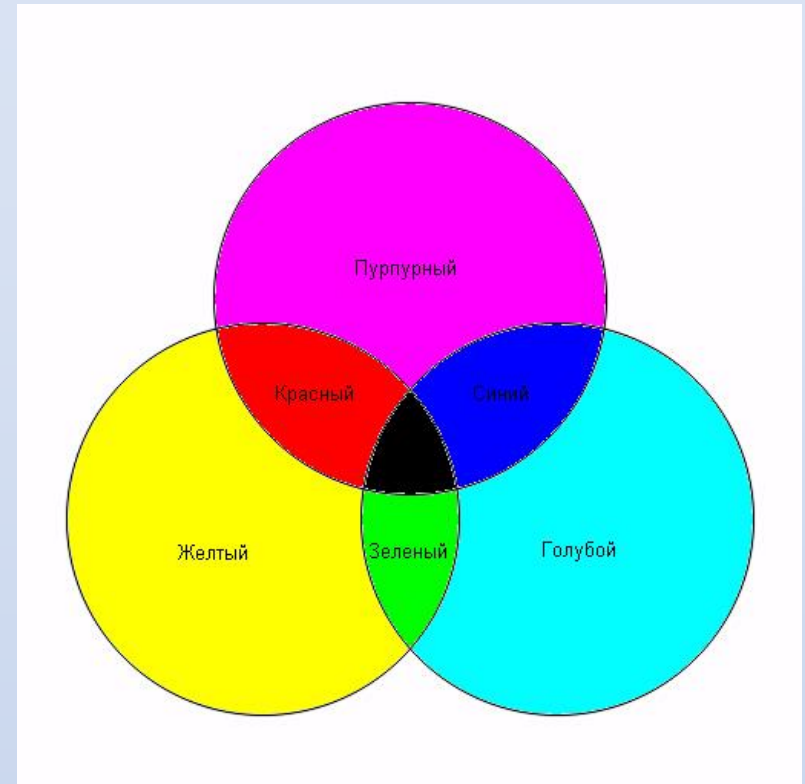
**ЖОВТИЙ = білий – синій.**



# RGB



# CMY



Розширення для поліграфії - система СМУК  
(black - для отримання більш чистого чорного).



RGB і CMYK - набір апаратних даних для відтворення кольору на папері або на екрані монітора (колір може залежати від типу друкарської машини, марки фарб, вологості повітря в цеху або виробника монітора і його налаштувань).

# Найпростіше перетворення кольорового зображення в півтонове:

$$Y=0.299R+0.587G+0.114B,$$

де  $R$ ,  $G$ ,  $B$ - кольорні складові точки вихідного зображення,  $Y$  – складова яскравості.

# Колірний простір Lab (CIE 1976 L\*a\*b\*)

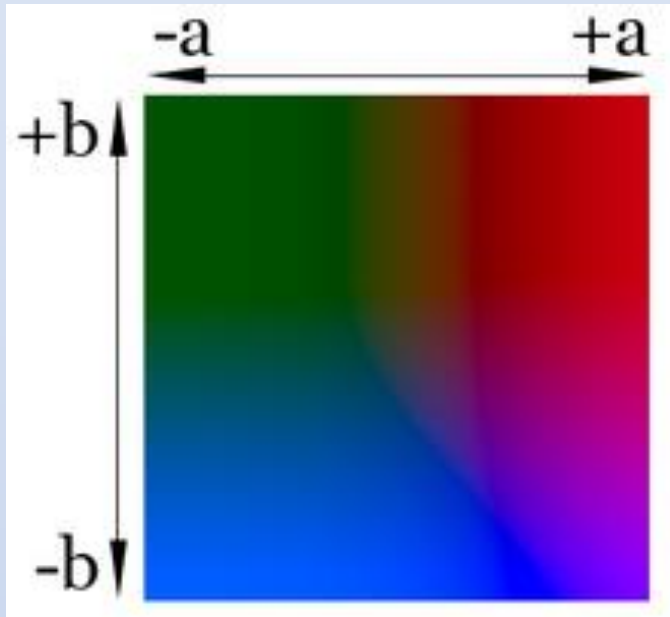
Канали:

світлота L (змінюється від 0 до 100, тобто від самого темного до самого світлого),

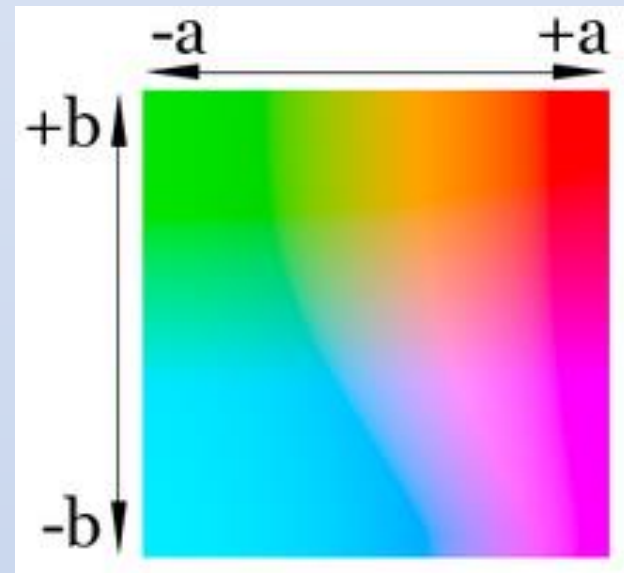
декартова координата a - положення кольору в діапазоні від зеленого до червоного,

декартова координата b - положення кольору в діапазоні від синього до жовтого.

# Колірний простір Lab

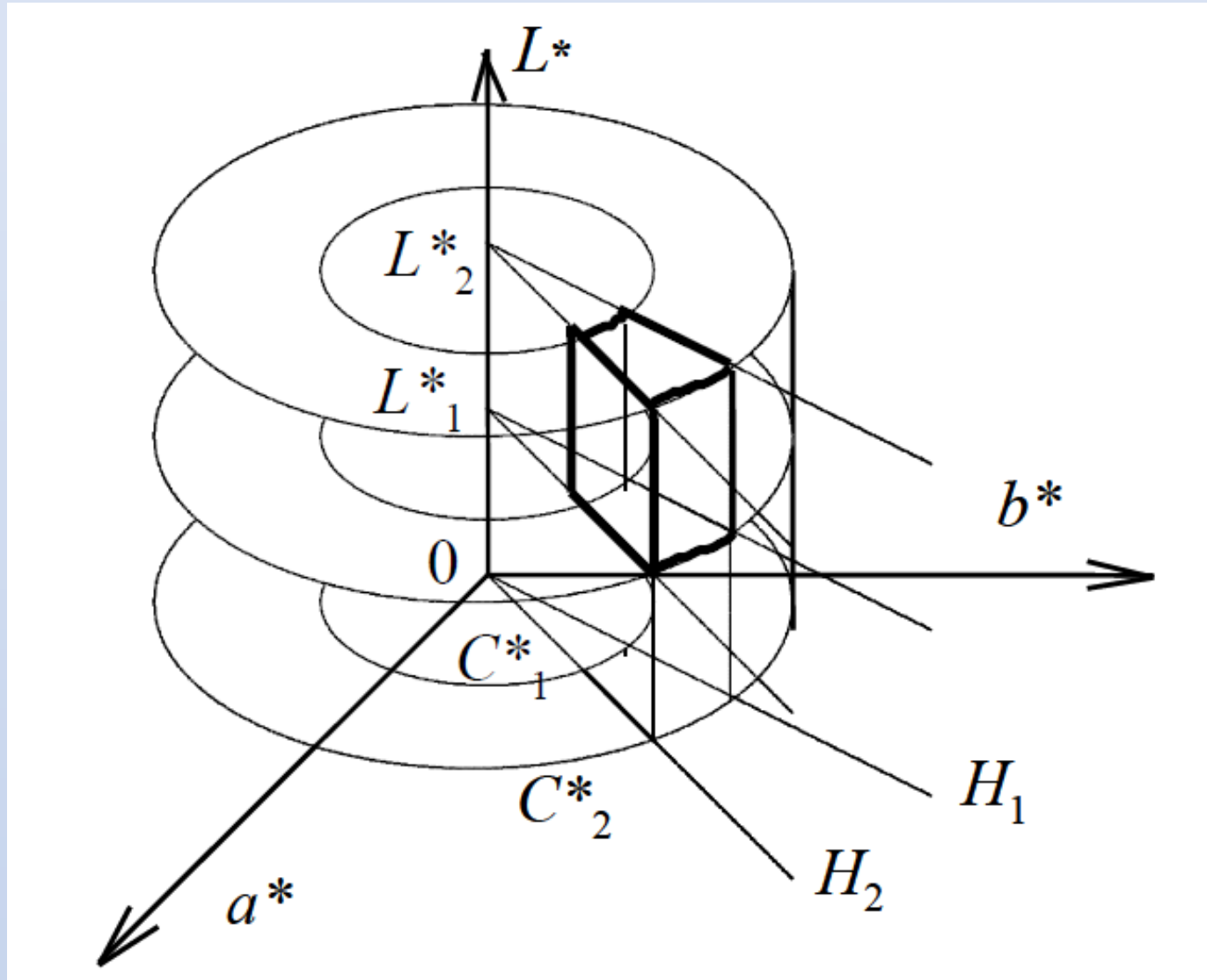


Світлота 25%



Світлота 75%

# Колірний простір Lab



# Колірний простір Lab

Lab однозначно визначає колір і широко застосовується для обробки зображень в якості проміжного колірного простору, через який відбувається конвертування даних між іншими колірними просторами (наприклад, з RGB сканера в CMYK друкованого процесу).

# Колірний простір Lab

В Lab можливо окремо впливати на яскравість, контраст зображення і на його колір. У багатьох випадках це дозволяє прискорити обробку зображень, наприклад, при додруковій підготовці.

# Перетворення XYZ -> L\*a\*b\*

$$L^* = 116 f(Y/Y_n) - 16$$

$$a^* = 500 [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)]$$

$$b^* = 200 [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]$$

где

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3}, & t > (6/29)^3 \\ \frac{1}{3} \left(\frac{29}{6}\right)^2 t + \frac{4}{29} & \end{cases}$$

Значения  $X_n$ ,  $Y_n$  и  $Z_n$  — координаты белой точки в значениях CIE XYZ



# Зворотне перетворення $L^*a^*b^* \rightarrow XYZ$ (=6/29):

1. задати  $f_y \stackrel{\text{def}}{=} (L^* + 16)/116$
2. задати  $f_x \stackrel{\text{def}}{=} f_y + a^*/500$
3. задати  $f_z \stackrel{\text{def}}{=} f_y - b^*/200$
4. якщо  $f_y > \delta$  то  $Y = Y_n f_y^3$  інакше  $Y = (f_y - 16/116)3\delta^2 Y_n$
5. якщо  $f_x > \delta$  то  $X = X_n f_x^3$  інакше  $X = (f_x - 16/116)3\delta^2 X_n$
6. якщо  $f_z > \delta$  то  $Z = Z_n f_z^3$  інакше  $Z = (f_z - 16/116)3\delta^2 Z_n$

## Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Вовк С.М., Гнатушенко В.В., Бондаренко М.В.** Методи обробки зображень та комп'ютерний зір: навчальний посібник. - Д.: Ліра, 2016 — 148 с.
- **Красильников Н.Н.** Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учеб.пособие.- СПб.: БХВ-Петербург, 2011.- 608 с.: ил.
- **Гонсалес Р.С., Вудс Р.Э.** Цифровая обработка изображений. - М. : Техносфера, 2005. -1070 с.
- **Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю. и др.** Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения.-М.: Физматкнига, 2010.-672 с.

## Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В.** Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 384 с.
- **Творошенко І.С.** Конспект лекцій з дисципліни «Цифрова обробка зображень» / І.С.Творошенко : І. С. Творошенко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 75 с.
- Методы компьютерной обработки изображений: Учебное пособие для ВУЗов/ Под ред.: **Сойфер В.А..** - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2003. - 780 с.
- **Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю.** Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.

## Додаткова ЛІТЕРАТУРА

- **Грузман И.С., Киричук В.С.** Цифровая обработка изображений в информационных системах. — Новосибирск: Изд-во НГУ, 2002. — 352 с.: ил.
- **Solomon C., Breckon T.** Fundamentals of Digital Image Processing. — Willey-Blackwell, 2011 - 344 p.
- **Павлидис Т.** Алгоритмы машинной графики и обработки изображений: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1986. — 400 с.
- **Яншин В. В., Калинин Г. А.** Обработка изображений на языке Си для IBM PC: Алгоритмы и программы. — М.: Мир, 1994. — 240 с.

# Інформаційні ресурси

- Компьютерная обработка изображений. Конспект лекций. [http://aco.ifmo.ru/el\\_books/image\\_processing/](http://aco.ifmo.ru/el_books/image_processing/)
- Цифрова обробка зображень [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт / НТУУ «КПІ» ; уклад.: В. С. Лазебний, П. В. Попович. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,41 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 73 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/21035>
- <https://www.youtube.com/watch?v=CZ99Q0DQq3Y>
- <https://www.youtube.com/watch?v=FKTLW8GAdu4>

**The END**  
**Modulo 1. Topic 2.**