

КОМП'ЮТЕРНИЙ СИНТЕЗ та ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ

2020 / 2021 навчальний рік

ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ СТАЦИОНАР

Всего 6 кредита , 180 часов

- **Аудиторные**

• Лекции	32 часа	16 лекций
• Лабораторные	32 часа	8 лаб.работ

- **Экзамен**

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ

Надання представлення здобувачам вищої освіти базових методів та алгоритмів синтезу та обробки зображень при організації та розробці програмного забезпечення систем комп'ютерного зору.

ПРОГРАМА. Тематика лекцій

- **Тема 1.** Одновимірний безперервний сигнал. Спектр одновимірного сигналу. Дискретизація одновимірних неперервних сигналів. Теорема Найквіста - Котельнікова. Відновлення сигналу.
- **Тема 2.** Зображення як двовимірний сигнал. Спектр двовимірного сигналу. Дискретизація двовимірного сигналу (зображення). Теорема Найквіста – Котельнікова для двовимірних сигналів. Відновлення зображення.
- **Тема 3.** Квантування зображень. Методи зменшення спотворень зображень при квантуванні.

ПРОГРАМА. Тематика лекцій

- **Тема 4.** Аліасинг (aliasing). Методи зменшення спотворень зображень, що викликані похибками дискретизації зображень при синтезі 3D сцен.
- **Тема 5.** Геометричні перетворення зображень. Корекція геометричних спотворень, збільшення, зменшення, повертання зображень.
- **Тема 6.** Методи сегментації зображень. Визначення характеристик об'єктів на зображеннях.
- **Тема 7.** Визначення об'єктів відомої форми на зображеннях.
- **Тема 8.** Методи та засоби синтезу 3D сцен в комп'ютерних іграх.

ПРОГРАМА. Тематика лабораторних занять

1 Blender

2 Phaser \\ Unity \\ Android

Башков Евгений Александрович
Д.т.н., проф., кафедра прикладной
математики

mail: *eabashkov@i.ua*

Написать письмо, указать полностью ФИО и
группу. !!!! В теме письма ВСЕГДА писать

2021DIPCG_MAG20

Команда в Teams: 2020-2021.

ІПЗм-20. Синтез та обробка

Материалы на GitHub:

<https://github.com/eabshkvprof/2021 CG DIP>

МЕТА МОДУЛЯ 1

**Математичні основи представлення
цифрових зображень**

СИГНАЛИ

1. Загальна схема формування цифрового зображення.
2. Дискретизація, квантування.
3. Одновимірний безперервний сигнал.
4. Ряд Фур'є. Спектр сигналу.

Обробка зображень

Обробка зображень - будь-яка форма обробки інформації, для якої вхідні дані представлені зображенням, наприклад, фотографіями або відеокадрами.

Результат обробки - нове зображення або інша інформація.

- **Візуальне покращення** зображення (усунення шуму, корекція яскравості, контрастності, колірного тону, підвищення різкості, усунення дисторсії). Підготовка для подальшого аналізу;

- **Визначення характеристик об'єктів**, їх форми, переміщення. Ідентифікація об'єктів.

Області застосування систем обробки зображень

- Системи керування процесами (промислові роботи, автономний транспорт, ...).
- Системи відеоспостереження.
- Системи індексації баз даних зображень.
- Системи аналізу та інтерпретації зображень (медичні зображення, аерофотознімків, космічні знімки, технічна діагностика,).
- Обчислювальна фотографія
- Додаткова реальність.

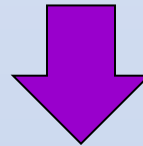
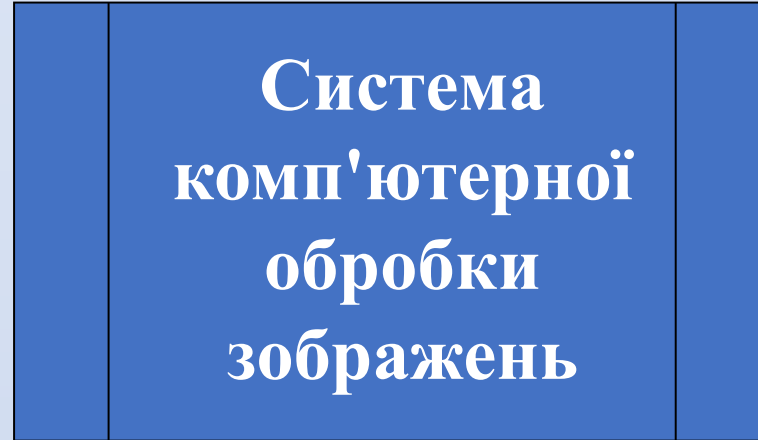
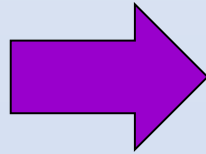
Загальна схема обробки зображень



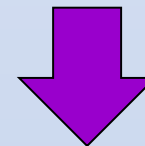
Загальна схема обробки зображень



**Оцифроване
зображення**



**Метадані
(результати
обробки)**



**Оброблене
зображення**

Огляд застосування обробки зображень

<https://www.baslerweb.com/ru/vision-campus/tehnologii-kamer/what-is-image-processing/>

Зображення –
деякий сигнал $I(\dots)$, призначений
для зорового сприйняття

	Ахроматичне	Кольорове
Статичне	$I(x, y)$	$I(x, y, \lambda)$
Динамічне	$I(x, y, t)$	$I(x, y, t, \lambda)$

$I(\dots)$ – функція розподілу яскравості,

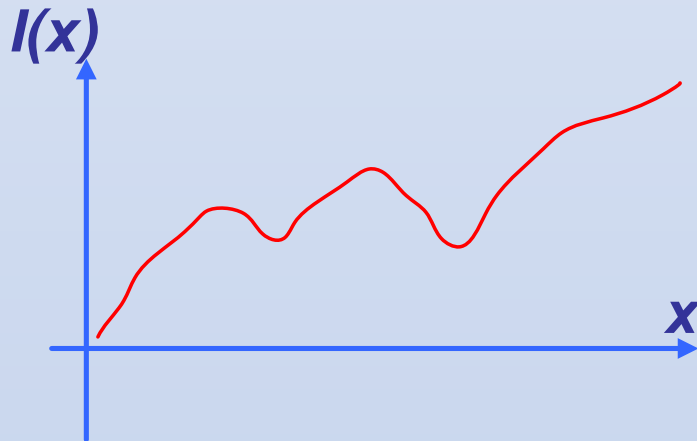
x, y – просторові координати,

t – час,

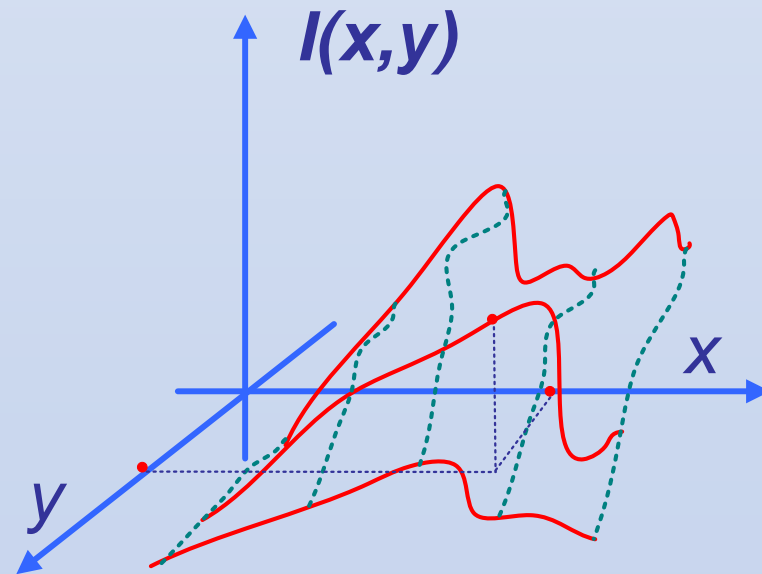
λ – довжина хвилі світлового випромінювання.

Зображення – **сигнал**, призначений для зорового сприйняття людиною.

1D сигнал



2D сигнал



Класифікація сигналів

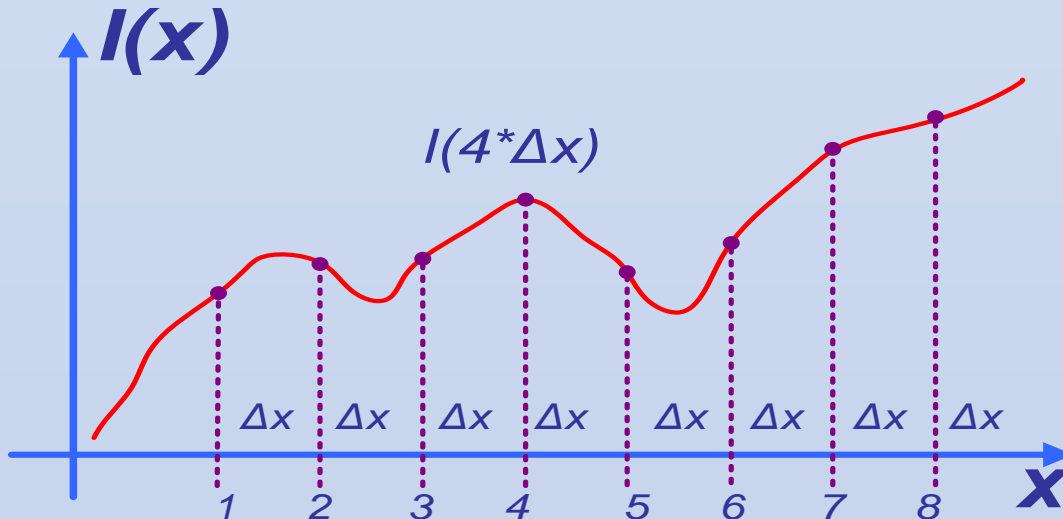


Дискретизація сигналів

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

Дискретизація здійснює перетворення безперервних сигналів (функцій $I(x)$), в функції миттєвих значень сигналів $I(n * \Delta x)$ по дискретному аргументу.

$I(n * \Delta x)$ - відлік $I(x)$ в точці $n * \Delta x$



Дискретизація сигналів

Декілька визначень.

Растрівання - природний спосіб дискретизації - уявлення сигналу у вигляді вибірки його значень в окремих, регулярно розташованих точках.

Послідовність точок (вузлів), в яких беруться відліки, називається *растром*.

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

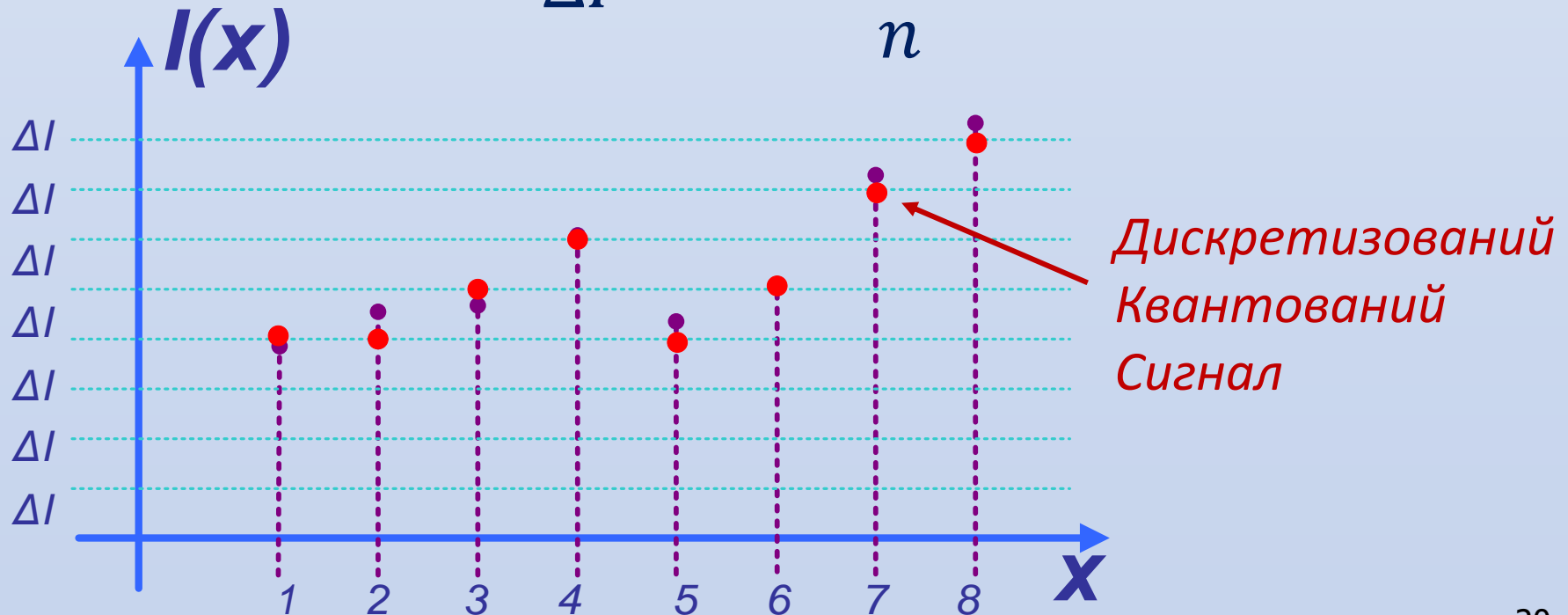
Зворотне кроку величина називається *частотою дискретизації*.

Квантування сигналу за рівнем

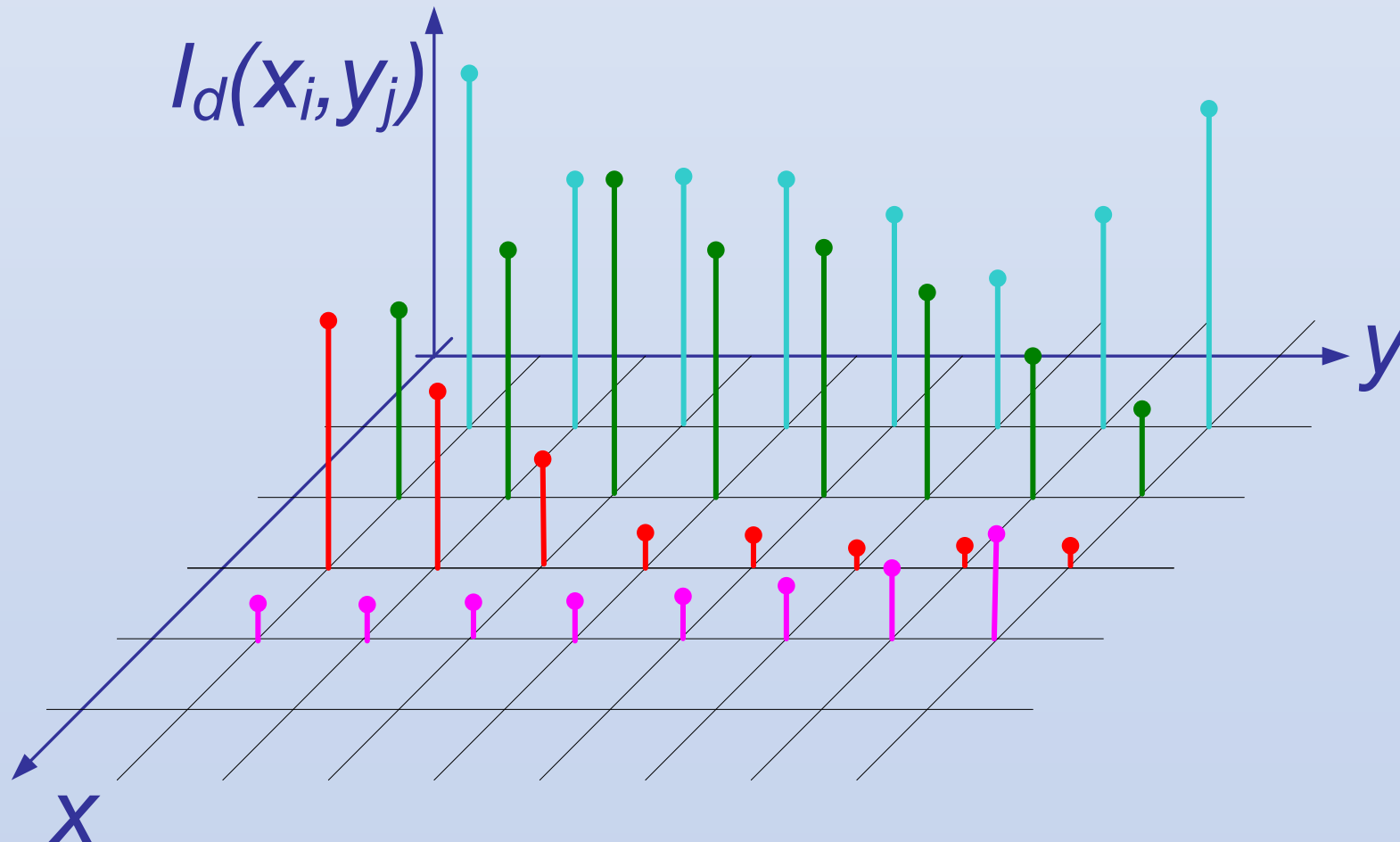
Квантування (*quantization*) сигналу - розбивка діапазону значень сигналу на скінченну кількість інтервалів.

Кількість інтервалів (рівнів) n - глибина квантування.

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



2D - дискретизований квантований сигнал - **цифрове зображення**

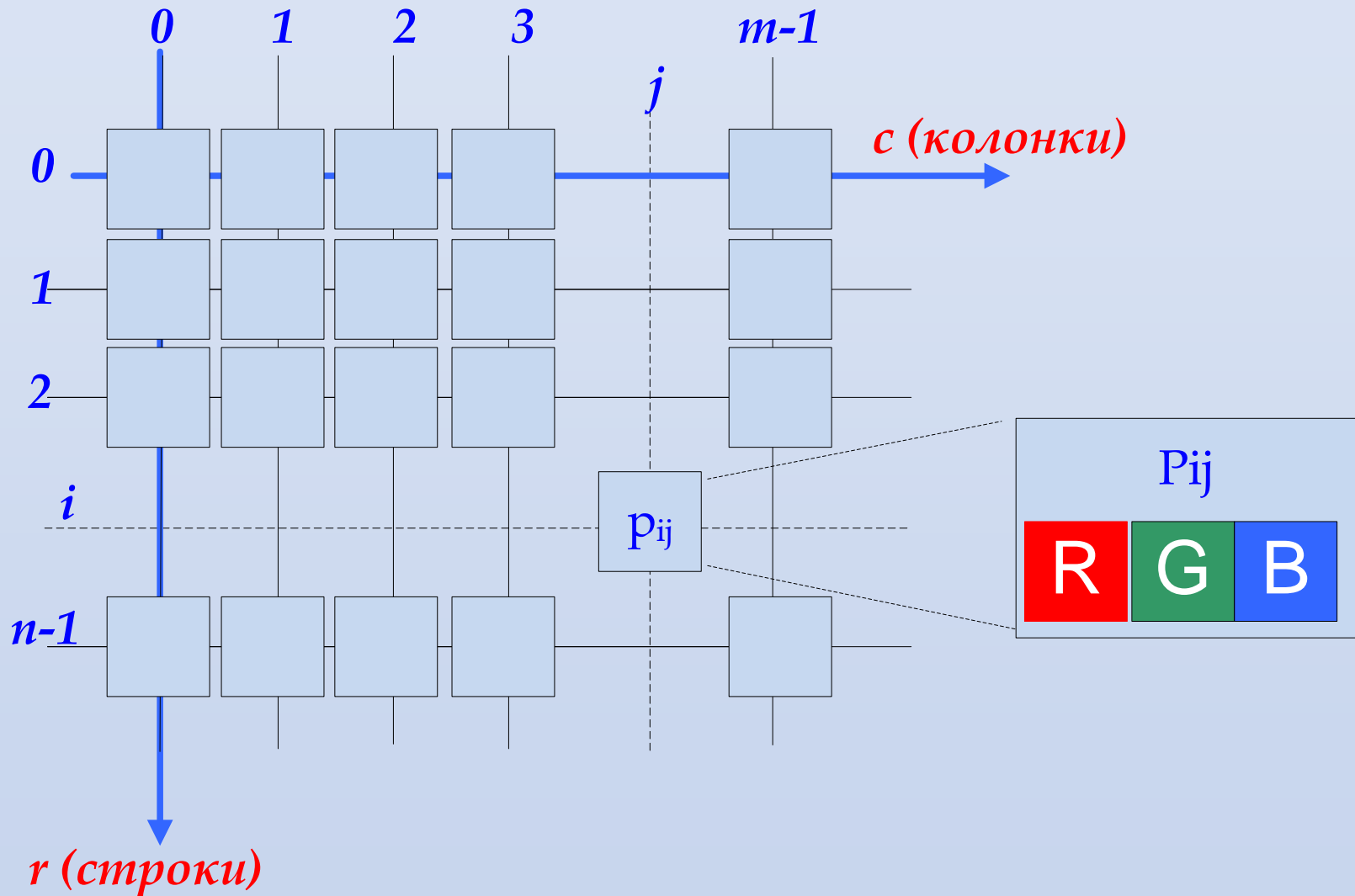


Цифрове зображення

Найменший логічний елемент двовимірного цифрового зображення – *піксель (pixel)* - неділимий об'єкт, що характеризується певним кольором. Растрове комп'ютерне зображення складається з пікселів, розташованих *по рядках і стовпцях*.

Роздільна здатність (роздільність, resolution) — величина, що визначає кількість пікселів одиницю площі (або одиницю довжини).

Цифрове зображення



Ряд Фур'є

Тригонометричний ряд Фур'є – спосіб представлення довільного безперервного безконечного періодичного сигналу (функції) $I(x)$ сумою тригонометричних функцій синусу та косинусу. Процес знаходження параметрів ряду – розклад на гармоніки.

$$I(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos(n\omega x) + b_n \sin(n\omega x))$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} ; a_0 = \frac{2}{T} \int_0^T I(x) dx ; \quad a_n = \frac{2}{T} \int_0^T I(x) \cos(n\omega x) dx$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T I(x) \sin(n\omega x) dx$$

Ряд Фур'є

Інша форма:

$$I(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \cos\left(n \frac{2\pi}{T} x + \theta_n \right) \right)$$

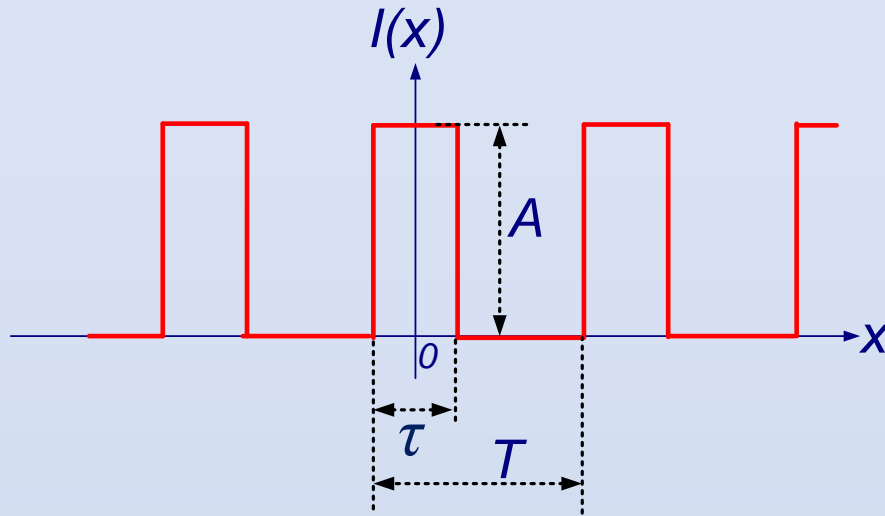
A_n - амплітуда n -го гармонічного коливання,

$n \frac{2\pi}{T} = n\omega$ - кругова частота n -го гармонічного коливання,

θ_n - початкова фаза n -го гармонічного коливання.

T - період функції $I(x)$

Пример. Періодичний прямокутний імпульс



A - амплітуда,
 T - період,
 τ - тривалість
імпульсу,
 $q = T/\tau$ скважність,

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} A dx = \frac{2}{T} * A\tau = \frac{2A}{q} ; \frac{a_0}{2} = \frac{A}{q}$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} A \cos\left(n \frac{2\pi}{T} x\right) dx = \frac{4AT}{Tn2\pi} \sin\left(n \frac{\pi\tau}{T}\right) = \frac{2A}{n\pi} \sin\left(n \frac{\pi}{q}\right)$$

$$I(x) = \frac{A}{q} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2A}{n\pi} \sin\left(n \frac{\pi}{q}\right) \left(\cos\left(n \frac{2\pi}{T} x\right)\right)$$

Ряд Фур'є

Комплексна форма ряду Фур'є

$$I(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(c_n e^{-\frac{i\pi nx}{l}} \right)$$

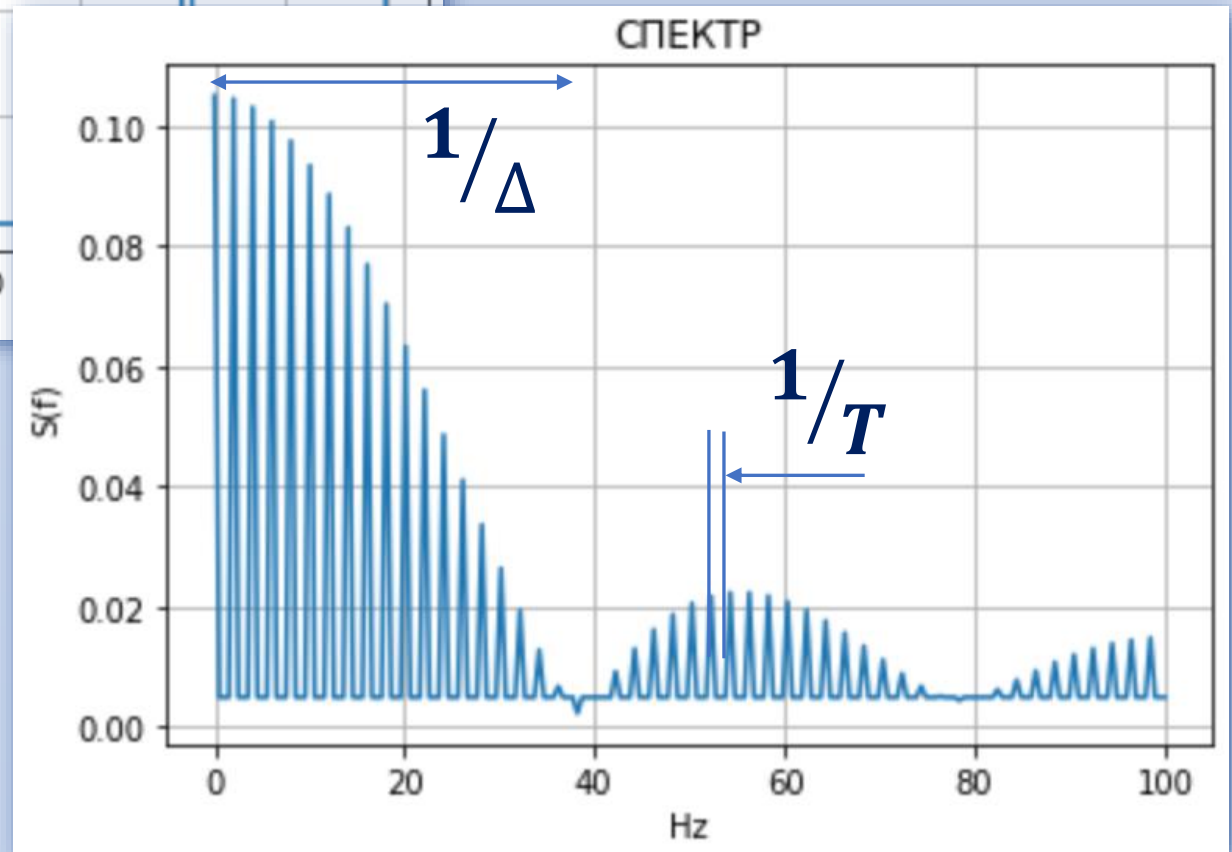
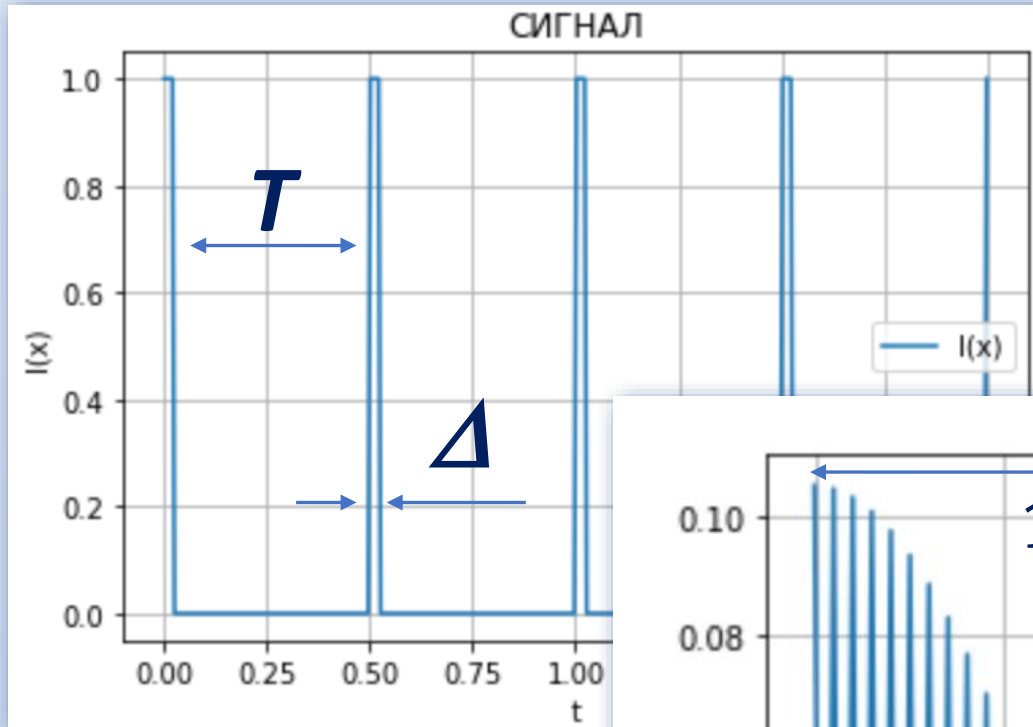
$$c_n = \frac{1}{2l} \int_{-l}^l I(x) e^{-\frac{i\pi nx}{l}} dx$$

$$n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$|c_n| = \frac{\sqrt{a_n^2 + b_n^2}}{2} - \text{спектр амплітуд}$$

$$\angle c_n = \arctg\left(\frac{b_n}{a_n}\right) - \text{спектр фаз}$$

Ряд Фур'є. Спектр. Прямокутний Імпульс



Ряд Фур'є

- Сигнал будь-якої форми можна розкласти на синусоїдальні складові з різними частотами, кратними цілому числу.
- Сукупність цих складових називається **спектром** або поданням сигналу в частотній області .
- Сума цих складових формує значення сигналу у просторовій (часовій) області.

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/
- 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. Lec 1