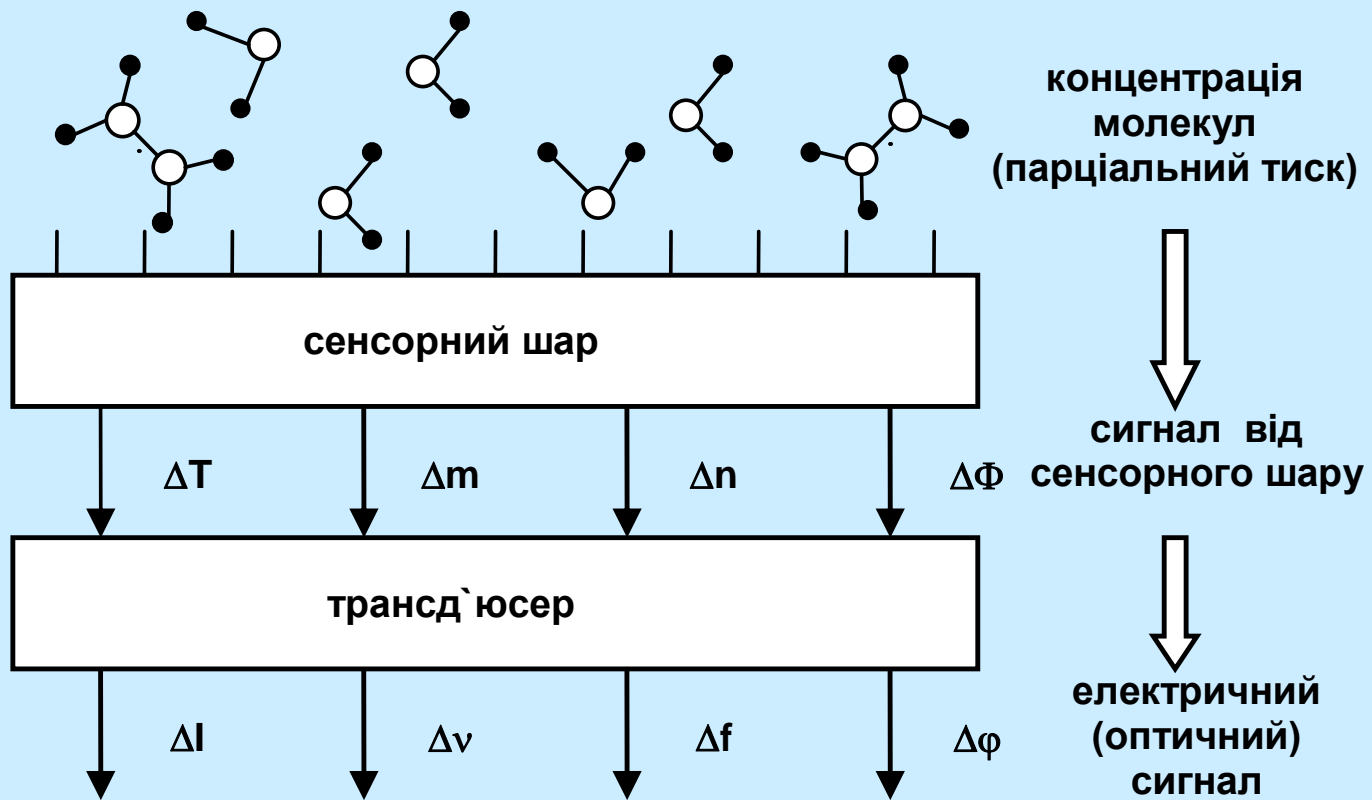




## Метод головних компонент. Аналіз даних матриці сенсорів

Проф. В.А.Скришевський

# Схема, яка пояснює принцип дії хімічного сенсора



## Електронної ніс: Матриця сенсорів

	Газ1 N1	Газ2 N2	Газ3 N3
Сенсор А	$S_{A1}$	$S_{A2}$	$S_{A3}$
Сенсор В	$S_{B1}$	$S_{B2}$	$S_{B3}$
Сенсор С	$S_{C1}$	$S_{C2}$	$S_{C3}$

Чутливість сенсора

$$S(x_a) = \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=x_a}$$

Виміри 3 сенсорами в суміші 3 газів:

$$I_A = S_{A1}N_1 + S_{A2}N_2 + S_{A3}N_3$$

$$I_B = S_{B1}N_1 + S_{B2}N_2 + S_{B3}N_3$$

$$I_C = S_{C1}N_1 + S_{C2}N_2 + S_{C3}N_3$$

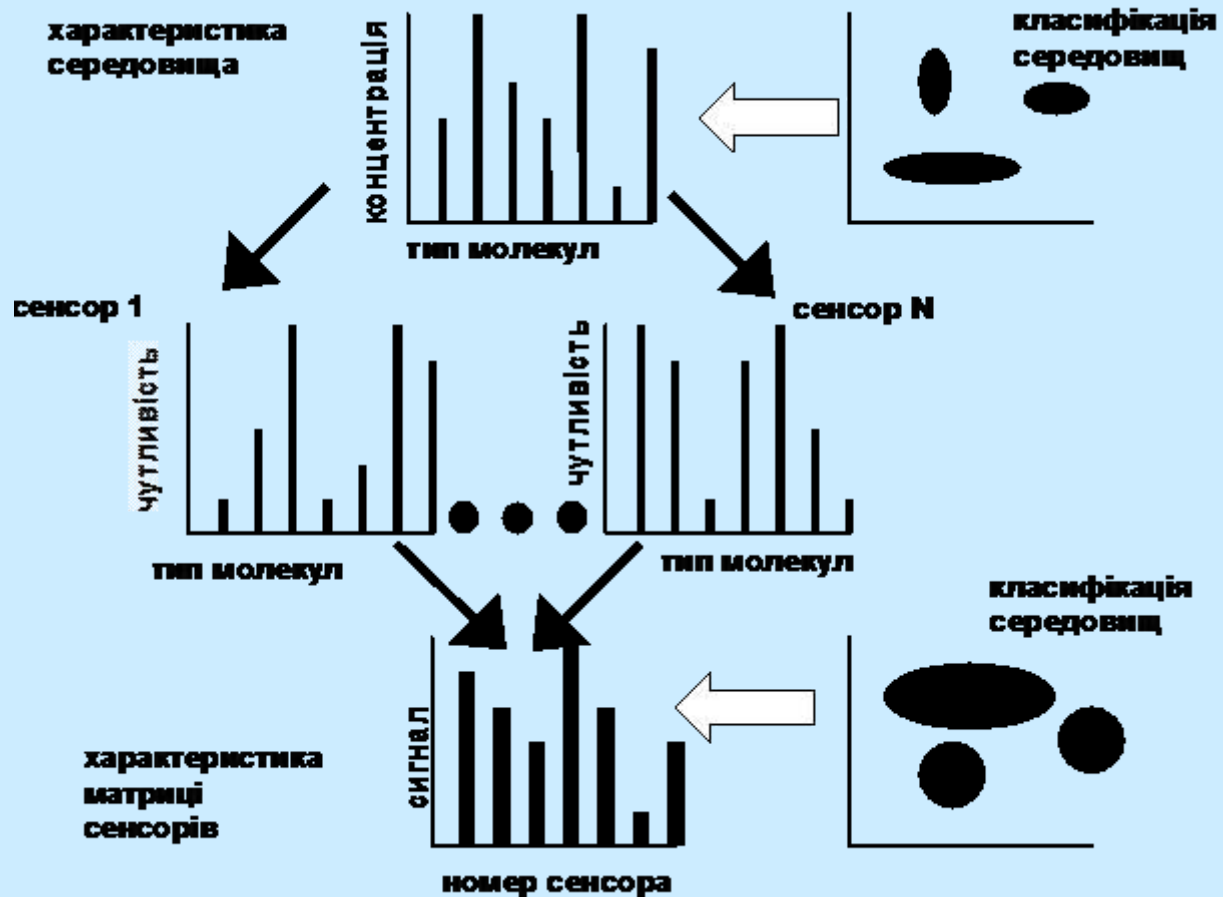
Вимірюється 3 сигнали  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$

9 калібровочних параметрів  $S_{A1}, \dots, S_{C3}$

3 рівняння з 3 невідомими  $N_1, N_2, N_3$

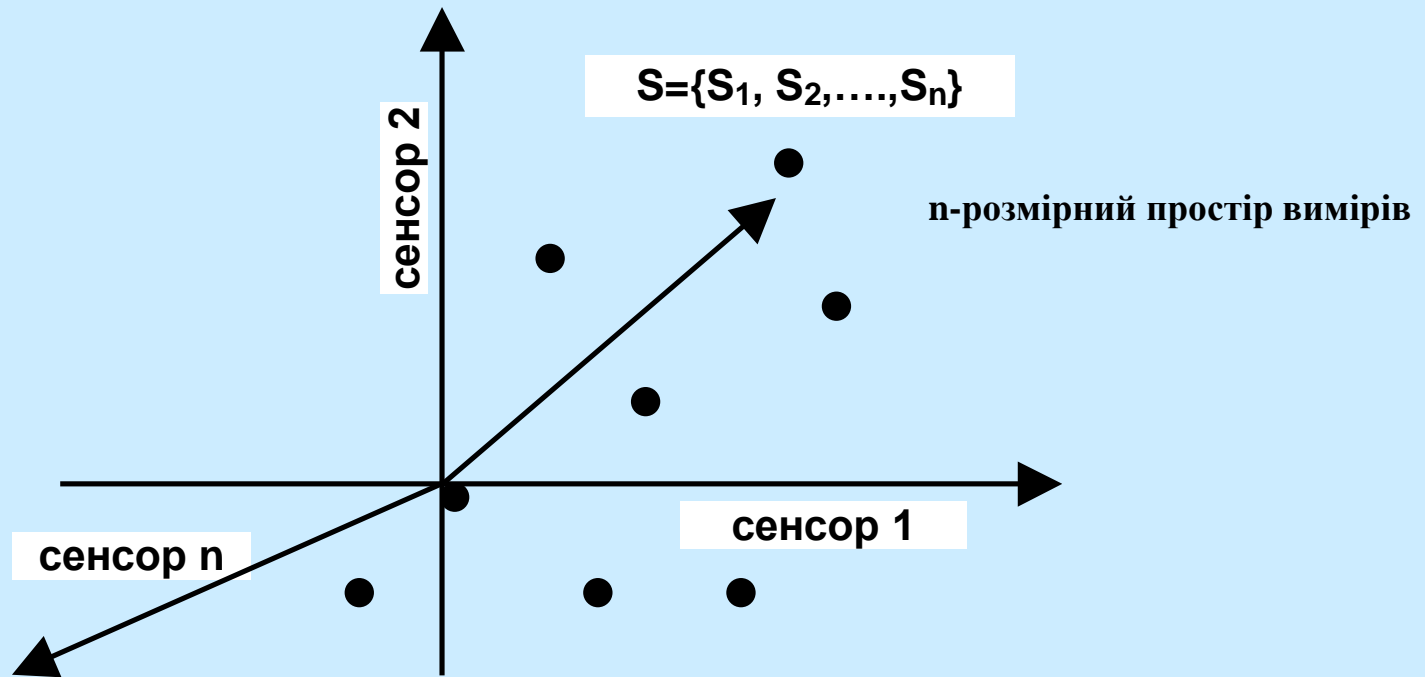
Розв'язок- коли нема інтерференції між сигналами

# МЕТОДИКА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ



Діаграма, яка пояснює принцип роботи PRM-методу (методика розпізнавання образів)

## Метод головних компонент (МГК), в англomовній літературі Principal Component Analysis (PCA)



Експериментальні дані, які одержуємо від матриці сенсорів, подаються в багатовимірному просторі (простір сенсора  $S$ ), чия розмірність дорівнює кількості сенсорів у матриці (або кількості сигналів, якщо сенсори дають більше ніж один сигнал). Тоді один вимір є  $n$ -розмірним вектором

Використання МГК дозволяє перейти до базису нового простору. У такому просторі перша компонента – перший вектор базису – відповідає напрямку, вздовж якого дисперсія векторів вихідного набору максимальна.

Напрямок другої компоненти – другого вектора базису – вибрано таким чином, щоб дисперсія вихідних векторів уздовж нього була максимальною за умови ортогональності першому вектору базису.

У результаті, напрямки векторів базису вибрані так, щоб максимізувати дисперсію вихідного набору вздовж перших компонент, які називаються головними компонентами (PC). Тоді основна варіація векторів вихідного набору векторів представлена кількома першими компонентами, і з'являється можливість, якщо відкинути менш суттєві компоненти, перейти до простору меншої розмірності. Результатом МГК є розрахунок матриці даних  $X$ , яка описує проекцію векторів  $U$  простору  $S$  на підпростір головних компонент  $V$ .

$$X = USV^T = (u_1, \dots, u_m) \begin{pmatrix} s_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & s_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & s_m \end{pmatrix} (v_1, \dots, v_m)^T$$

де вектори  $v$  – базові простору PC, вектори  $u$  – проекції експериментальних даних у просторі PC, матриця  $S$  є діагональною матрицею, сформованою із сингулярних величин.

МГК дає набір даних, які характеризують 2 кількості: **матрицю рахунків (score)** і **матрицю навантажень (loading)**. Навантаження сенсора  $i$  щодо  $j$ -ої головної компоненти  $PC_j$  визначається як добуток:

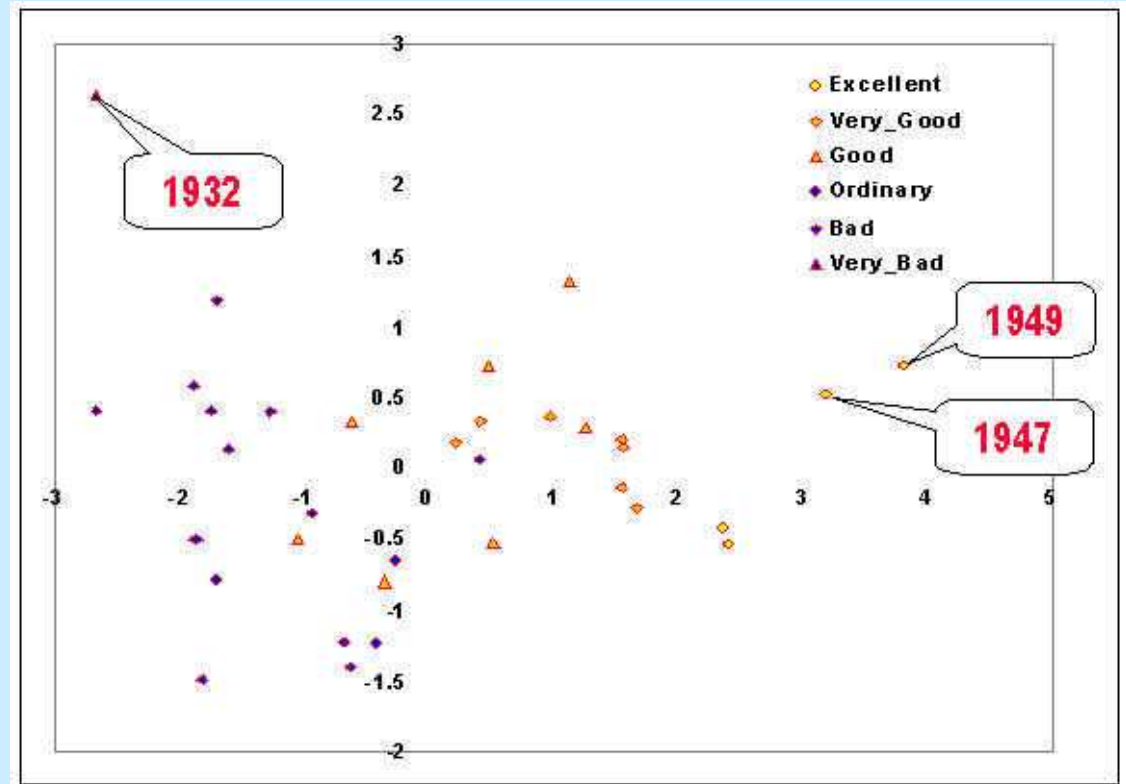
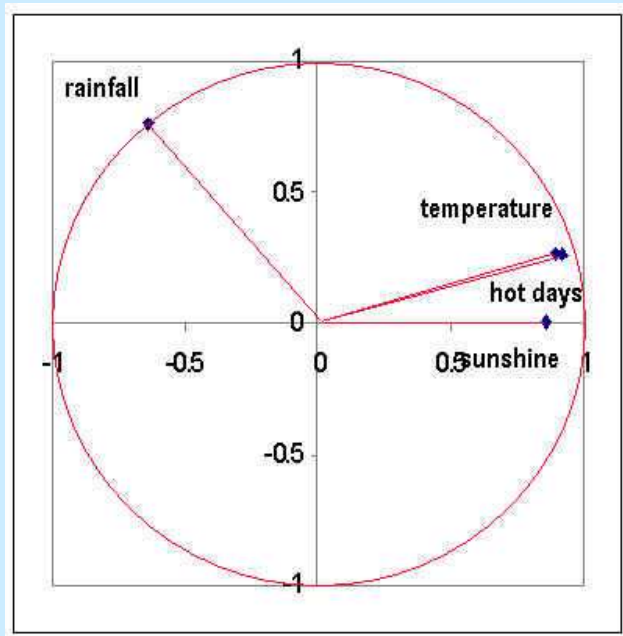
$$loading(sensor_i, PC_j) = s_j v_{ij}$$

**Навантаження дозволяє оцінити внесок, який кожний сенсор дає в загальну інформацію матриці даних.**

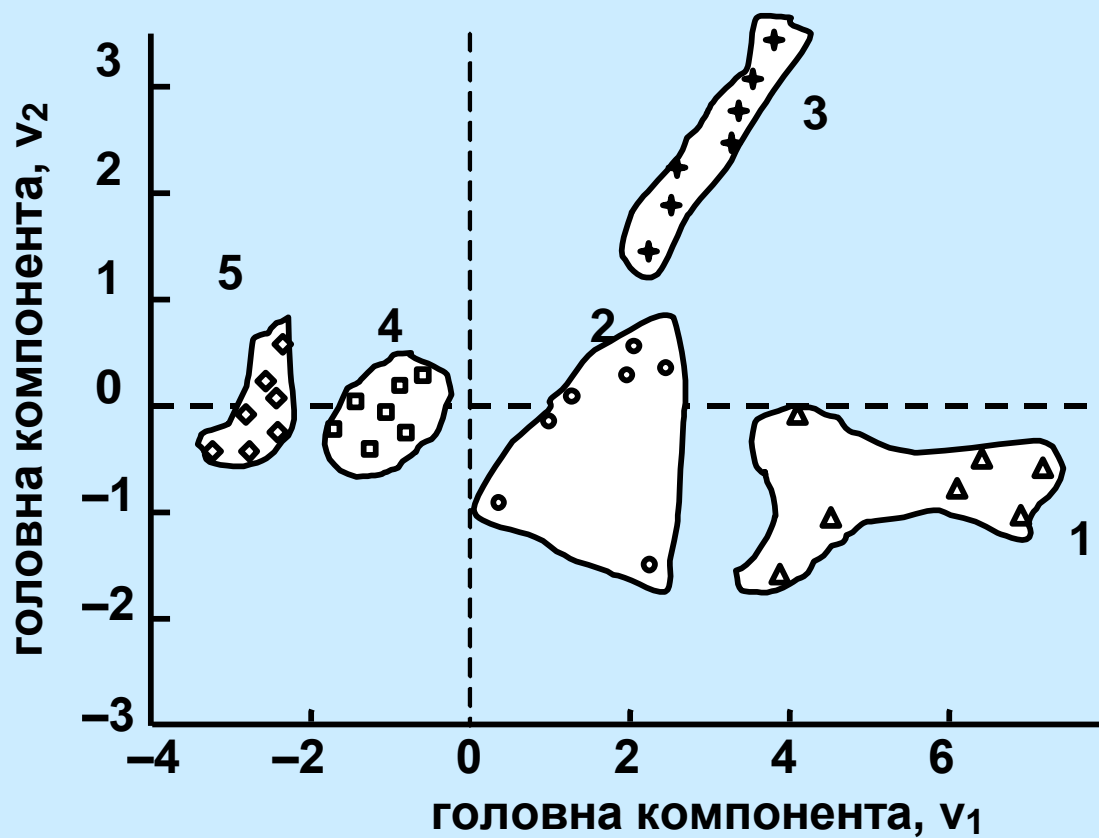
**Рахунок сенсора визначається як координата вектора даних  $u$  в просторі головних компонент  $PC_j$ :**

$$score(measure_i, PC_j) = u_{ij}$$

# Influence of the climate on the quality of Bordeaux wines.







Результати МГК 5-ти алкогольних парів (10 ppm):  
метанол (1), етанол (2), бутанол (3), пропанол (4) і 2-метил бутанол (5)