The image shows a hand on the left holding a white puzzle piece. The background is a blurred field of many other white puzzle pieces. The text is overlaid on this background. In the top right corner of the overall image, there is a vertical pink bar.

## ***ТЕМА 3.***

***Моделювання взаємозв'язків і  
факторний аналіз***



# *1. Методика факторного аналізу*

Всі явища та процеси господарської діяльності підприємств знаходяться у взаємозв'язку, взаємозалежності та взаємообумовленості. Деякі з них безпосередньо пов'язані між собою, а інші – опосередковано.

Кожний результативний показник залежить від численних і різноманітних факторів.



**Елімінувати** – означає усунути, виключити вплив всіх факторів на величину результативного показника, крім одного.

При цьому виходять з умовного припущення про те, що всі фактори змінюються незалежно один від одного: спочатку змінюється один, а всі інші залишаються без зміни, потім змінюється другий, третій і т.д., за умови незмінності інших.

Це дає можливість визначити вплив кожного фактору на величину показника, що досліджується, окремо від інших

**Факторний аналіз** - методика комплексного та системного вивчення і вимірювання впливу факторів на величину результативних показників



В економічних дослідженнях під *факторами* розуміють рушійні сили розвитку процесів і явищ, які відбуваються у підприємстві.

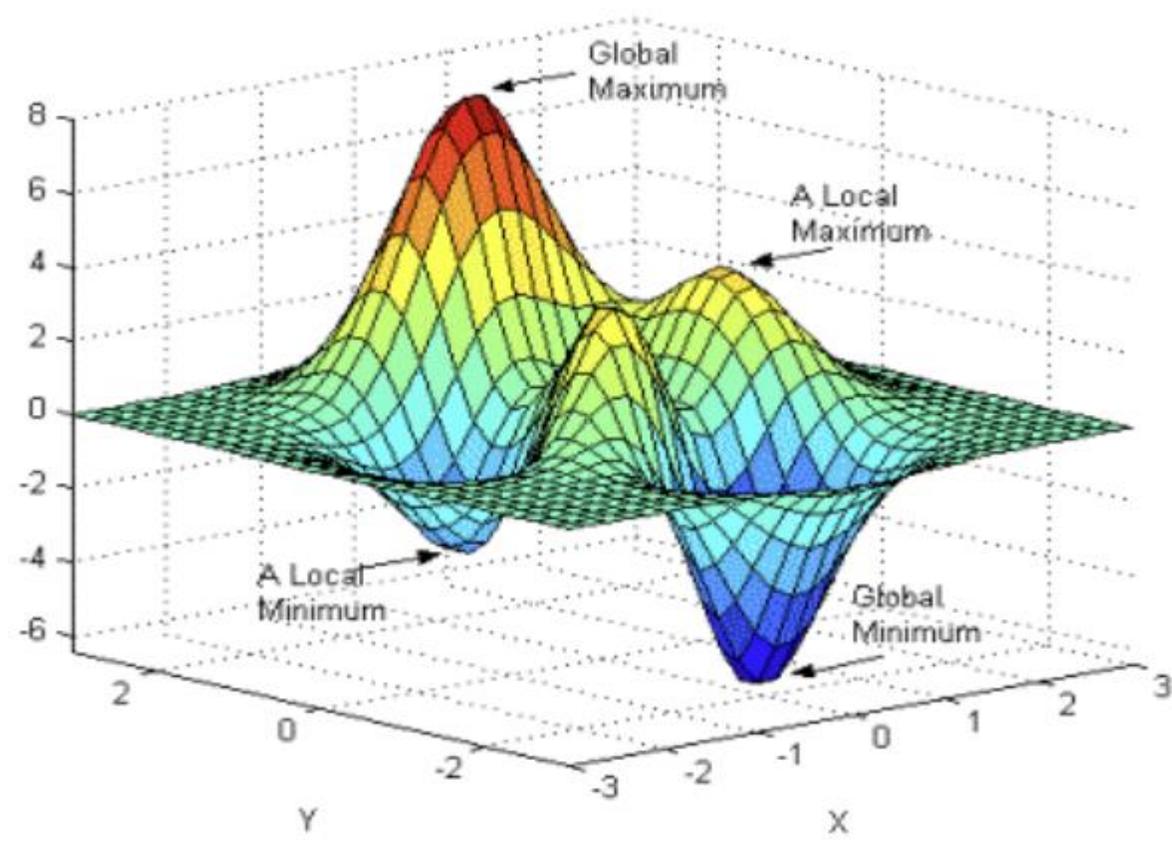
**Детермінований факторний аналіз** — це методика дослідження впливу факторів, зв'язок яких з результативним показником має функціональний характер, тобто результативний показник може бути поданий у вигляді добутку або алгебраїчної суми показників, що є факторами детермінованої моделі

$$y = \frac{a * k * z * p}{k * z * p * b}$$

**Стохастичний аналіз** – методика дослідження факторів, зв'язок яких з результативним показником є неповним, ймовірним і кореляційним.

При кореляційній залежності зміна аргументу може дати декілька значень приросту функції залежно від поєднання інших факторів, що визначають цей показник.

*Наприклад, немає можливості функціонально показати зв'язок між рентабельністю роботи підприємства та середнім рівнем освіти керівництва або між курсом національної валюти на валютному ринку і рівнем інфляції у країні.*



## **Класифікація факторів**

*За порядком дії*

першого, другого ...  $n$ -го порядків

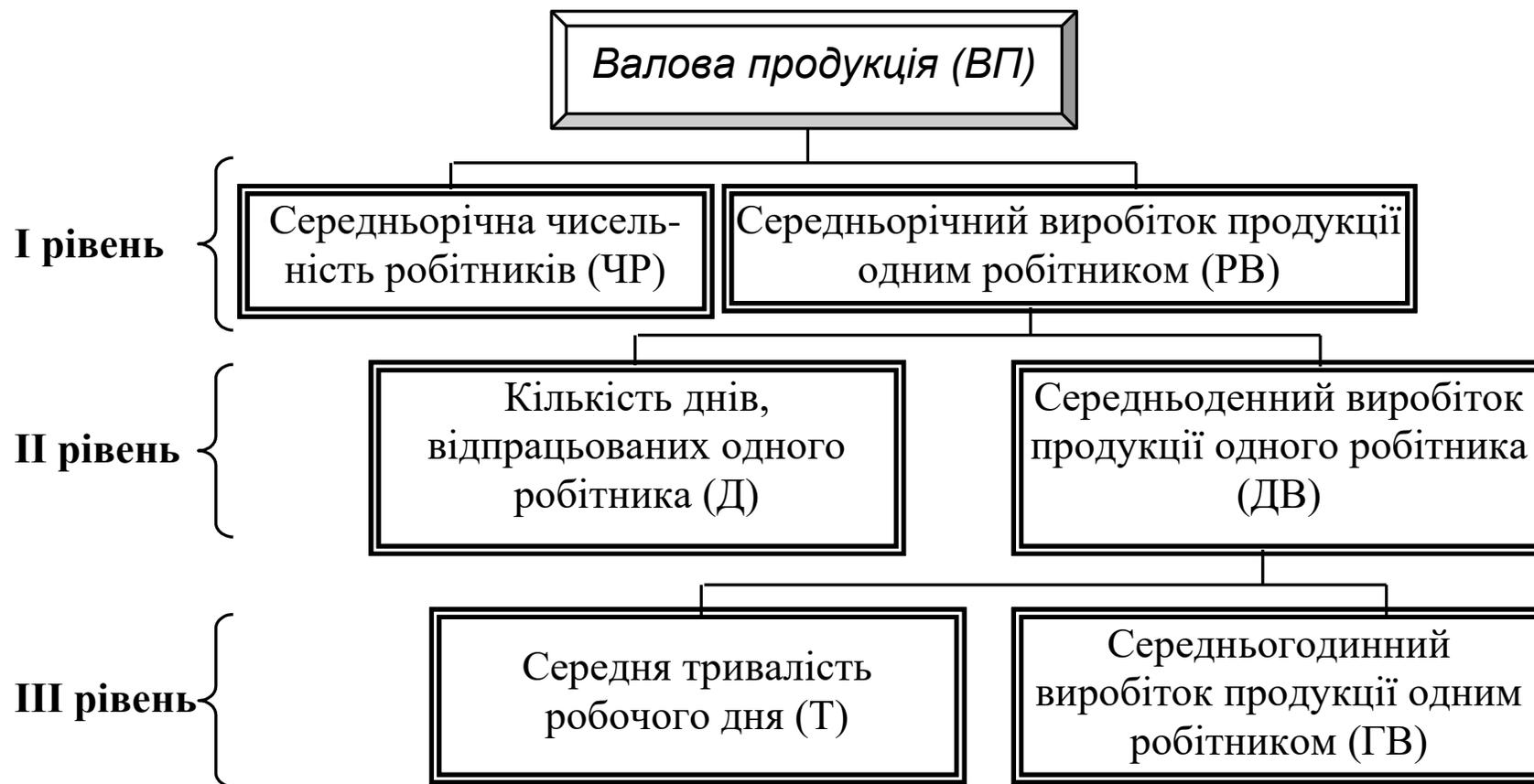
*За властивостями об'єктів, що вивчаються*

кількісні

структурні

якісні

До **факторів першого рівня** відносять ті, що безпосередньо впливають на результативний показник. Фактори, що спричиняють непрямий вплив на результативний показник за допомогою факторів першого рівня – **фактори другого рівня** тощо.



**Кількісними** вважаються фактори, що виражають кількісну визначеність явищ (кількість обладнання, сировини).

Наприклад, обсяг валових доходів, продажу продукції, сума власного і залученого капіталу, кількість працівників, робочих днів в аналізованому періоді тощо.



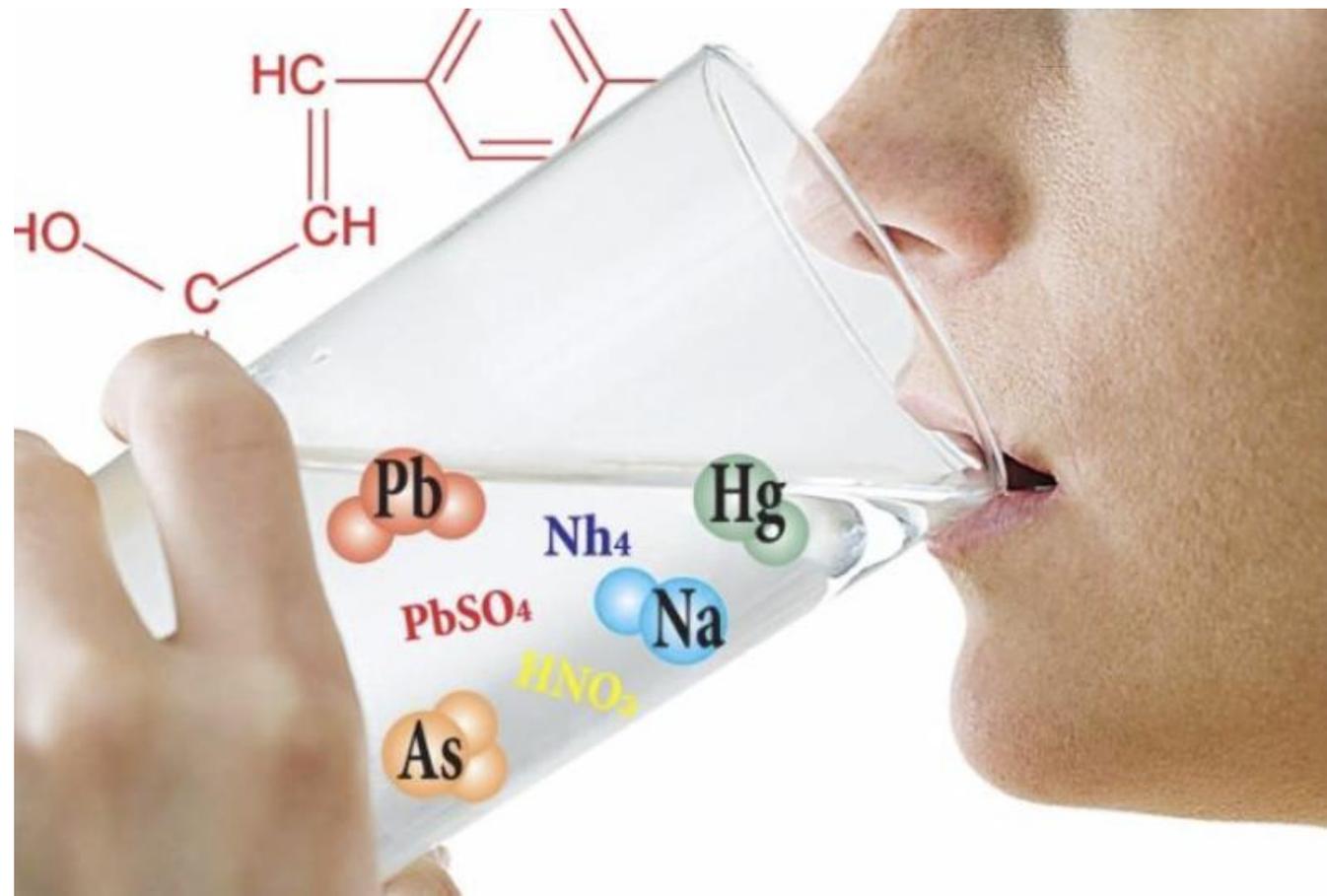
До **структурних** факторів відносяться показники, що характеризують структуру явища.

Це питома вага власного капіталу у капіталі підприємства, частка активної частини основних засобів у загальній вартості основних засобів, частка робітників підприємства, питома вага матеріальних витрат у загальній сумі витрат на виробництво тощо.



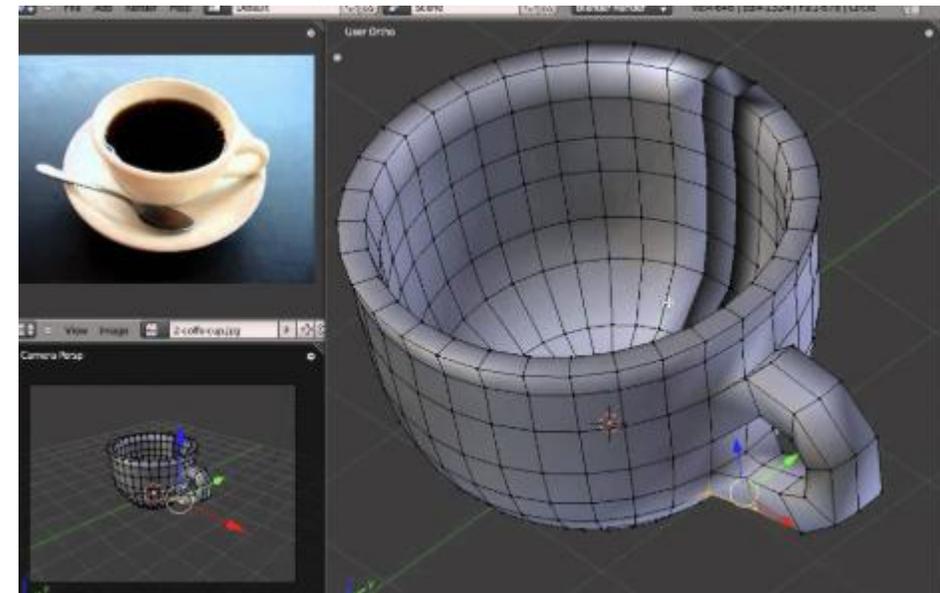
**Якісні** фактори визначають внутрішні якості, ознаки й особливості досліджуваних об'єктів.

Наприклад, рівень продуктивності праці робітників, ціна і рентабельність готової продукції, доходність цінних паперів тощо.



## 2. Способи виміру впливу факторів у детермінованих моделях

*Моделювання* – це один з методів наукового пізнання, за допомогою якого створюється модель об'єкта дослідження; тобто взаємозв'язок показника, що досліджується, з факторами передається у формі конкретного математичного рівняння



**Функціональний зв'язок можна відобразити шляхом  
використання таких математичних моделей:**

*Адитивної*  $Y = \sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n$

*Мультиплікативної*  $Y = \prod_{i=1}^n x_i = x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n$

*Кратної*  $Y = \frac{x_1}{x_2}$

*Комбінованої*  $Y = \frac{a+b}{c}$     $Y = \frac{a}{b+c}$     $Y = \frac{a \times b}{c}$     $Y = (a+b) \times c$

## 4. Способи виміру впливу факторів у детермінованому аналізі



## Етапи проведення факторного аналізу

1. Вибір факторів, які впливають на досліджувані результативні показники; їх класифікація і систематизація.

2. Визначення форми залежності між факторами та результативним показником на підставі набутого досвіду, за допомогою спеціальних способів і прийомів.



**3.** Моделювання взаємозв'язків між результативними та факторними показниками. Побудова економічно обґрунтованої (з позицій факторного аналізу) факторної моделі.

**4.** Розрахунок впливу факторів та оцінка ролі кожного з них у зміні величини результативного показника.

**5.** Формування висновків за результатами проведених досліджень, підготовка відповідних управлінських рішень



## *Спосіб ланцюгових підстановок*

використовується для  
розрахунку впливу факторів  
в усіх типах детермінованих  
факторних моделей:

адитивних,  
мультиплікативних, кратних і  
комбінованих (змішаних)



## Правила застосування способу ланцюгових підстановок:



1) в першу чергу підлягають заміні кількісні фактори, далі – структурні, в останню чергу – якісні;

2) якщо модель представлена декількома кількісними, структурними або якісними показниками, послідовність підстановок визначається шляхом логічного аналізу.

Тобто, черговість замін факторів залежить від оцінки того, які з них є основними, а які похідними, які первинні, а які – вторинні;



3) за умови, що вплив певного фактору не визначено беруть його базисну величину, тобто ту, з якою порівнюють, а якщо визначено, то беруть фактичну величину – ту, яку порівнюють;

4) кількість розрахункових умовних показників на один менше, ніж факторів у моделі

$$Y = a * b * c$$

де  $Y$  – результативний показник:

$Y_0$  – базисний рівень результативного показника;

$Y_1$  – звітний рівень результативного показника;

$a, b$  – кількісні показники:  $a$  – первинний щодо показника  $b$ ;

$c$  – якісний показник.





*Перший етап.* Для застосування способу ланцюгових підстановок необхідно формулу розрахунку результативного показника навести у тій послідовності, яка відповідає черговості заміни, і визначити базисний рівень результативного показника:

$$Y_0 = a_0 \times b_0 \times c_0$$

*Другий етап.* Для розрахунку умовних результативних показників проводиться послідовна заміна базисних величин на звітні.

$$Y_{ум1} = a_1 \times b_0 \times c_0;$$

$$Y_{ум2} = a_1 \times b_1 \times c_0;$$

$$Y_1 = a_1 \times b_1 \times c_1$$

*Третій етап.* Для розрахунку впливу кожного фактора слід виконати наступні дії:

1) вплив фактора  $a$  на зміну результативного показника  $Y$ :

$$\Delta Y_a = Y_{ум1} - Y_0;$$

2) вплив фактора  $b$  на зміну результативного показника  $Y$ :

$$\Delta Y_b = Y_{ум2} - Y_{ум1};$$

3) вплив фактора  $c$  на зміну результативного показника  $Y$ :

$$\Delta Y_c = Y_1 - Y_{ум2}$$

*Четвертий етап.* Для перевірки правильності розрахунків потрібно визначити бала

$$Y_1 - Y_0 = \Delta Y_a + \Delta Y_b + \Delta Y_c$$



## *Спосіб абсолютних різниць*

Використовується у моделях  
*мультиплікативних*  
*та змішаних типу*  
 $Y = a (b-c)$



*Перший етап.* Для застосування способу абсолютних різниць необхідно формулу розрахунку результативного показника представити у тій послідовності, яка відповідає черговості замін, і визначити базисний рівень результативного показника:

$$Y_0 = a_0 \times b_0 \times c_0$$

*Другий етап.* Визначають абсолютні відхилення за кожним факторним показником:

$$\Delta a = a_1 - a_0 ; \quad \Delta b = b_1 - b_0 ; \quad \Delta c = c_1 - c_0$$

*Третій етап.* Розраховують зміну величини результативного показника за рахунок зміни кожного фактора:

$$\Delta Y_a = \Delta a \times b_0 \times c_0 ;$$

$$\Delta Y_b = a_1 \times \Delta b \times c_0 ;$$

$$\Delta Y_c = a_1 \times b_1 \times \Delta c$$

*Четвертий етап.* Для перевірки правильності розрахунків обчислюють баланс відхилень:

$$Y_1 - Y_0 = \Delta Y_a + \Delta Y_b + \Delta Y_c$$



## *Спосіб відносних різниць*

Використовується у моделях  
*мультиплікативних*  
та *змішаних типу*

$$Y = a (b-c)$$



Перший етап. Формулу розрахунку результативного показника необхідно представити у тій послідовності, яка відповідає черговості заміни, і визначити базисний рівень результативного показника:

$$Y_0 = a_0 \times b_0 \times c_0$$

Другий етап. Розраховують відносні відхилення кожного факторного показника:

$$\Delta a\% = \frac{a_1}{a_0} \times 100 - 100; \quad \Delta b\% = \frac{b_1}{b_0} \times 100 - 100; \quad \Delta c\% = \frac{c_1}{c_0} \times 100 - 100$$

Третій етап. Для розрахунку впливу першого фактора необхідно базисне значення результативного показника помножити на відносний приріст першого фактора, що виражений у відсотках:

$$\Delta Y_a = \frac{Y_0 \times \Delta a\%}{100}$$

Для того, щоб розрахувати вплив другого фактора, необхідно до базисної величини результативного показника додати (відняти) зміну його за рахунок першого фактора, а потім отриману суму помножити на відносний приріст другого фактора у відсотках:

$$\Delta Y_b = \frac{(Y_0 + \Delta Y_a) \times \Delta b\%}{100}$$

$$\Delta Y_c = \frac{(Y_0 + \Delta Y_a + \Delta Y_b) \times \Delta c\%}{100}$$

Четвертий етап. Перевіряють правильність проведених розрахунків – баланс відхилень:

$$Y_1 - Y_0 = \Delta Y_a + \Delta Y_b + \Delta Y_c$$



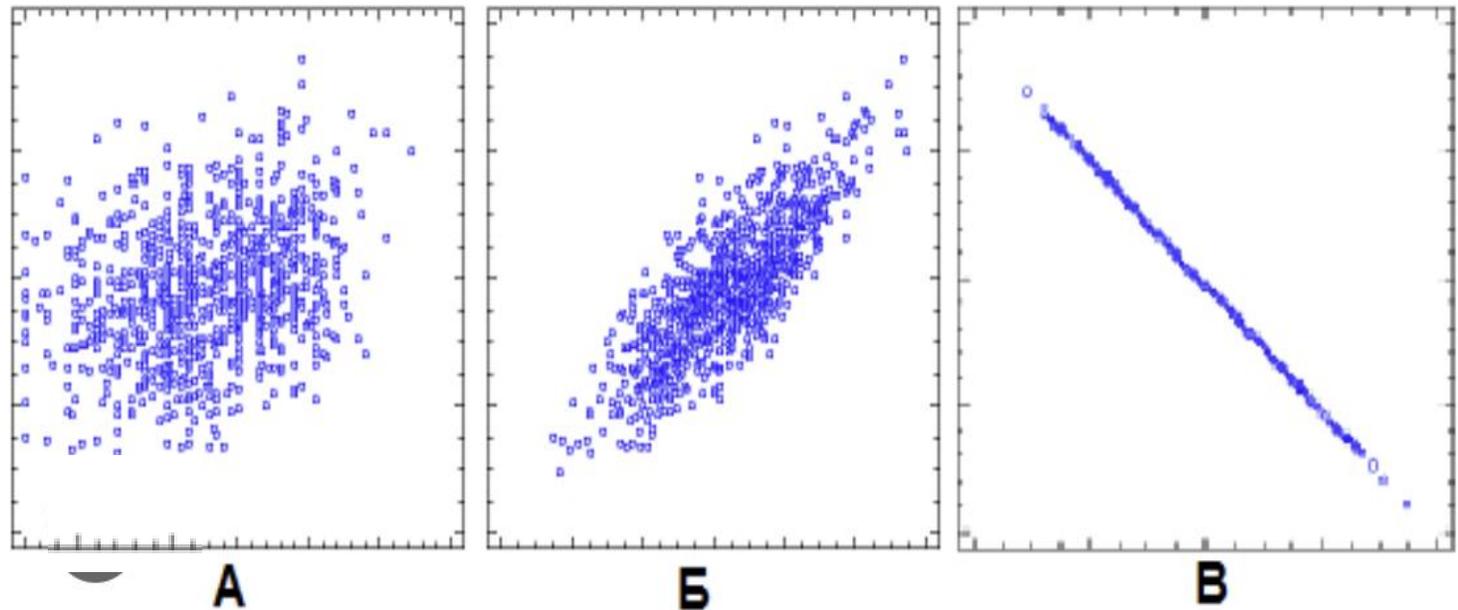
**Таблиця 1. Дані для факторного аналізу обсягу валової продукції**

№ з/п	Показник	Одиниці виміру	Умовне позначення	Базисний період	Звітний період
1	Валова продукція	тис. грн.	ВП	2000	2800
2	Середньоспискова чисельність робітників	чол.	ЧР	100	95
3	Кількість відпрацьованих днів одним робітником	дні	Д	250	252
4	Середня тривалість робочого дня	год.	Т	8	7
5	Середньогодинний виробіток	грн.	ГВ	10	13

### 3. Основи кореляційно-регресійного аналізу

**Кореляційно-регресійний аналіз** - це аналітичний метод, який дозволяє визначити, чи існує зв'язок між показниками, наскільки він сильний, та як один показник впливає на інший у числовому еквіваленті.

- **Кореляція** - відповідає на питання: «Чи пов'язані ці змінні?»
- **Регресія** - відповідає на питання: «Як саме зміниться результат, якщо ми змінимо фактор?»



# Кореляційний аналіз

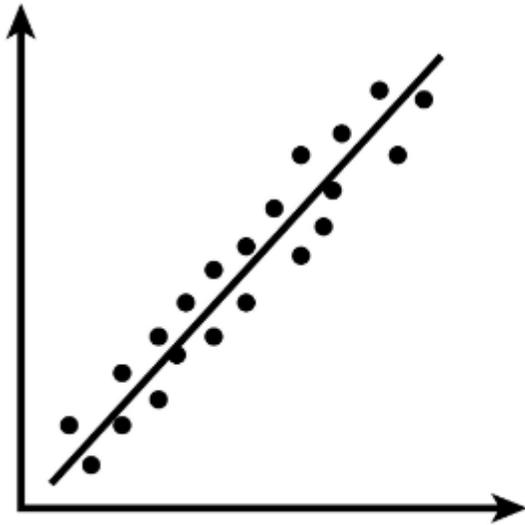
Досліджує взаємозалежність між двома (або більше) випадковими величинами.

**Коефіцієнт кореляції Пірсона ( $r$ )** - це показник, який вимірює силу та напрямок лінійного взаємозв'язку між двома кількісними змінними. Він коливається в межах від **-1 до +1**.

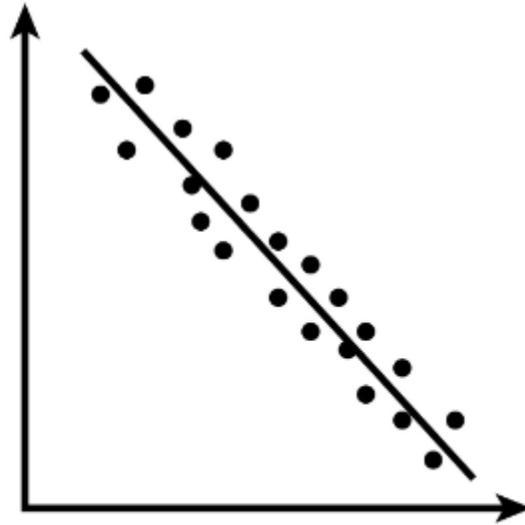
Значення $r$	Інтерпретація
+1	Повний прямий зв'язок (одна величина зростає, інша теж)
-1	Повний зворотний зв'язок (одна зростає, інша падає)
0	Лінійний зв'язок відсутній
0.1 – 0.3	Слабкий зв'язок
0.5 – 0.7	Помірний зв'язок
> 0.9	Дуже сильний зв'язок

$$r_{xy} = \frac{\text{COV}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

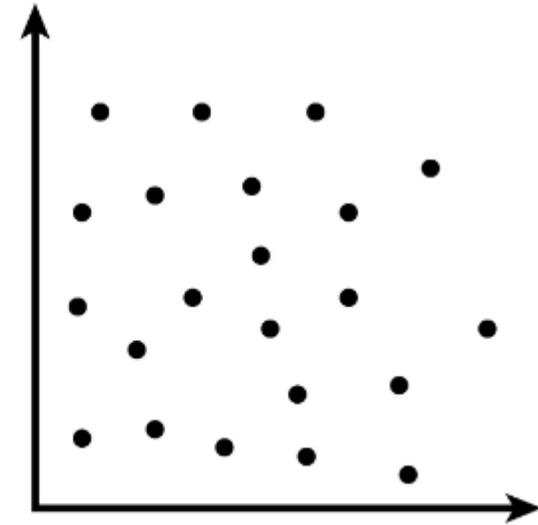
Positive  
Correlation



Negative  
Correlation



No  
Correlation



# Регресійний аналіз

Використовується для побудови математичної моделі, яка описує залежність.  
Найпростіша форма - **парна лінійна регресія**:

$$y = a + bx$$

- $y$  - залежна змінна (результат, наприклад, обсяг продажів);
- $x$  - незалежна змінна (фактор, наприклад, витрати на рекламу);
- $a$  - вільний член (значення  $y$ , якщо  $x = 0$ );
- $b$  - коефіцієнт регресії (показує, на скільки одиниць зміниться  $y$  при зміні  $x$  на одиницю).

## Оцінка значущості моделі (F-критерій Фішера)

Цей етап дає відповідь на питання: "Чи взагалі наше рівняння працює, чи це просто набір випадкових чисел?".

### Етап 1. Таблиця «Регресійна статистика» (Regression Statistics)

Оцінка загальної якості моделі.

- **R-квадрат ( $R^2$ ):** Найголовніший показник. Якщо він, наприклад, **0.85**, це означає, що ваша модель пояснює 85% змін результату. Для бізнесу показник вище 0.7 вважається дуже хорошим.
- **Стандартна помилка:** Показує середнє відхилення фактичних значень від лінії регресії. Якщо ви прогнозуєте продажі в гривнях, то помилка теж буде в гривнях.

## Етап 2. Таблиця «Дисперсійний аналіз» (ANOVA)

Відбувається Перевірка адекватності за F-критерієм.

- Якщо **Значущість  $F < 0.05$** , модель адекватна (зв'язок не випадковий).
- Якщо більше 0.05 — модель вважається статистично ненадійною, і використовувати її для прогнозів не можна.

## Етап 3. Таблиця коефіцієнтів

Тут ми дивимось на параметри самого рівняння  $y = a + bx$ .

- **Коефіцієнти (Coefficients):**

- *Y-перетин (Intercept)* — це параметр  $a$ .

- *Змінна  $X1$*  — це параметр  $b$  (нахил). Якщо він дорівнює 10.5, то при зростанні витрат на рекламу на 1 грн, продажі зростуть на 10.5 грн.

- **P-значення (P-value):** Перевірка значущості кожного окремого фактора (t-тест). Якщо ви ввели кілька факторів, дивіться на P-value для кожного. Якщо у якогось фактора він  $> 0.05$ , цей фактор «випадковий», він не впливає на результат і його краще видалити з моделі.

## Побудова графіку залишків (Residual Plot)

При запуску регресії в Excel обов'язково поставте галочку навпроти пункту «Графік залишків» (Residual Plots).

- Якщо точки на графіку розкидані хаотично навколо горизонтальної лінії нуля — **модель адекватна**.
- Якщо точки вишикувалися в дугу або лійку — **модель неадекватна** (зв'язок між даними складніший, ніж просто пряма лінія).

## Алгоритм «Швидкої перевірки»

- 1. Significance F < 0.05?** (Так → йдемо далі).
- 2. R-squared > 0.5?** (Так → модель має практичну цінність).
- 3. P-value для X < 0.05?** (Так → цей фактор дійсно впливає на результат).

# Завантаження надбудови "Пакет аналізу" в Excel

<https://surl.li/ksefaf>

Дякую за увагу!

