# Колаборативні роботи:
## нова ера автоматизації в промисловості

**Світова промисловість вступає в фазу глибокої трансформації, обумовленої дефіцитом робочої сили, зростанням витрат і необхідністю підвищення виробничої ефективності. Одним з ключових драйверів цих змін стають колаборативні роботи (коботи) — інтелектуальні машини, здатні безпечно взаємодіяти з людиною в єдиному робочому просторі.**

### Коботи проти традиційних роботів

На відміну від класичних промислових роботів, які працюють в ізольованих зонах, коботи проєктуються для спільної діяльності з операторами, не вимагаючи фізичного огородження. Це робить їх особливо затребуваними на підприємствах малого та середнього масштабу, де важливі гнучкість, швидке налаштування та компактність.

Світовий ринок коботів демонструє експоненціальне зростання: обсяг продажу у 2022 році склав близько $750 млн, а до 2030 року прогнозується збільшення до $22 млрд. Головні переваги коботів:

- **інтуїтивне програмування** (в тому числі навчання рухом);
- **мінімальні вимоги до інтеграції;**
- **компактність і мобільність**, що важливо при обмежених виробничих площах.

## Формати взаємодії людина — кобот

У сучасній практиці розрізняють кілька моделей взаємодії:

1. **Ізольована робота** — кобот установлений у захищеній зоні.
2. **Послідовна співпраця** — людина та кобот працюють по черзі.
3. **Паралельна співпраця** — одночасне виконання завдань в одній зоні.
4. **Колаборація з примусовим управлінням** — людина задає дії в режимі реального часу.
5. **Адаптивна взаємодія** — автономна поведінка кобота на основі аналізу середовища та дій оператора.

Основний обсяг рішень сьогодні реалізується в рамках перших двох сценаріїв, однак розвиток штучного інтелекту (ШІ) та сенсорики поступово розширює застосування адаптивних моделей.

## Безпека: пріоритет № 1

Ключовим аспектом упровадження коботів є дотримання стандартів безпеки, включно з:

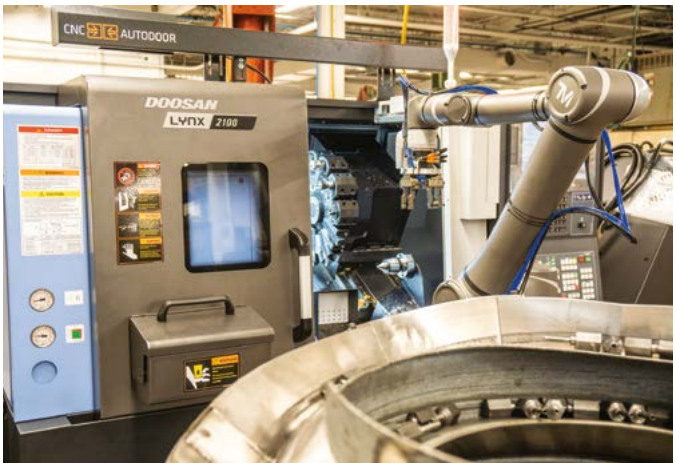
- **ISO 10218** — безпека промислових роботів;
- **ISO/TS 15066** — специфічні вимоги до коботів.

Коботи мають вбудовані функції обмеження сили, контролюють крутний момент і автоматично зупиняються при контакті з перешкодою. Проте навіть з цим потрібна оцінка ризиків при кожному конкретному впровадженні.

## Основні сценарії застосування

Колаборативні роботи все частіше знаходять застосування в таких завданнях:

- **збирання, завантаження та переміщення** — повторювальні операції, які раніше виконувалися вручну;
- **упаковка та палетування** — ефективна робота в умовах високої номенклатури;
- **зварювання, склеювання, фарбування** — точність і однорідність якості;
- **контроль якості** — візуальна інспекція з використанням ШІ та машинного зору;
- **людина-робот команди** — підтримка операторів під час виконання складних або важких завдань.



## Економічна доцільність

Впровадження коботів часто виявляється економічно виправданим уже в короткостроковій перспективі. Приклад розрахунку для одного робочого місця:

| Показник | Кобот | Співпрацівник |
|---|---|---|
| Вартість придбання | $25–50 тис. | – |
| Інтеграція та налаштування | $10–30 тис. | – |
| Обслуговування в рік | $2–5 тис. | $0 |
| Заробітна плата на рік | – | $30–60 тис. |
| Податки, соціальний пакет | – | +30–50% |

Середня окупність — від **1,5 до 3** років, особливо при трьохзмінному режимі роботи та повторюваних операціях.

## Вартість

Ціни коботів залежать від вантажопідйомності, точності, бренду та оснащення.

На 2024–2025 роки діапазон такий:

- **коботи**: від $15 тис. до $50 тис.;
- **промислові роботи**: від $30 тис. до $150 тис.

Коботи в середньому у **2–5** разів дешевші, за рахунок:
- меншої потужності приводів;
- відсутності захисних огороджень;
- швидкого налаштування та програмування.

## Виробники

**Лідери ринку (за обсягом продажу у 2024 році):**

| Компанія | Країна | Частка ринку | Ключові моделі |
|---|---|---|---|
| **Universal Robots** | Данія | ~50% | UR3e, UR10e, UR20 |
| **Techman Robot** | Тайвань | ~20% | TM5, TM12, TM AI |
| **Fanuc** | Японія | ~15% | CRX-10iA, CRX-25iA |
| **ABB** | Швейцарія | ~10% | YuMi, GoFa, SWIFTI |
| **Doosan Robotics** | Південна Корея | ~5–10% | A0509, H2515, P3020 (AI) |

Китайські бренди (Dobot, Elite, AUBO) домінують за обсягом, але поки що поступаються за виручкою через низьку вартість.

Азія залишається найбільшим регіоном за виробництвом і споживанням коботів (понад 50% світового ринку). США демонструють стабільне зростання їх використання, особливо в логістиці та фармацевтиці. Країни Європи – другий за величиною ринок після Китаю з обсягом споживання понад 1,1 млрд доларів у 2024 році з щорічним зростанням на +15–18%.

**Тренди на 2025–2027 рр.:**

- **зростання частки ШІ-коботів** (AI-cobots) з розпізнаванням об'єктів та адаптивною поведінкою;
- **інтеграція з AMR** (автономними мобільними платформами);
- **перехід до RaaS-моделі** (Robot-as-a-Service) — оренда замість купівлі;
- **розширення застосування** в сільському господарстві, медицині, лабораторній автоматизації;
- **спрощення впровадження** — платформи «кобот у коробці».

## Німеччина — найбільший споживач коботів в ЄС.

На її долю припадає близько 30% європейського ринку (обсяг — $300–350 млн у 2024 році). Зниження цін на коботи на 10–15% стало можливим завдяки посиленню конкуренції між китайськими виробниками (AUBO, Elite) та європейськими брендами (Universal Robots, ABB, KUKA).

**Основний обсяг поставок коботів по галузях промисловості Німеччини:**

- **автомобілебудування** — **40%** (впровадження на збірці та зварці у VW, BMW, Bosch);
- **металообробка** — **25%** (Trumpf, Siemens);
- **фармацевтика та автоматизація лабораторій** — **15%** (Bayer, Merck);
- **харчова промисловість** — **10%** (Nestlé, Müller, пакувальні лінії);
- **логістика** — **10%** (DHL, Amazon EU, сортування та пакування).

Особливості німецького ринку — високі стандарти безпеки (вимоги ISO/TS 15066, більш суворі, ніж у США та Китаї) та акцент на «зелені» технології: вітаються коботи зі зниженим енергоспоживанням.

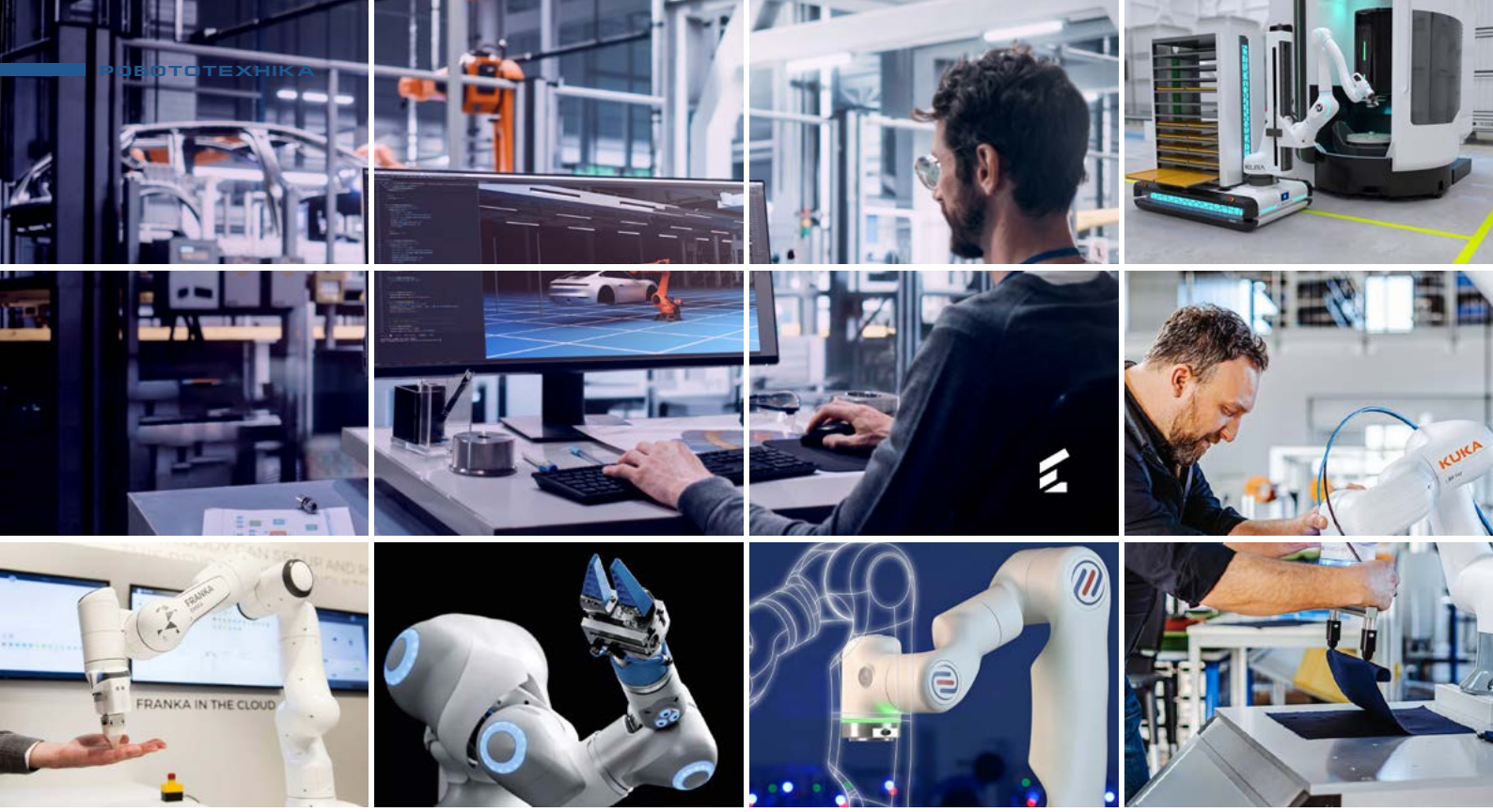
**Прогнози до 2027 року:**

- зростання гібридних рішень (кобот + AGV) для мобільної автоматизації;
- розширення ШІ-функціональності (наприклад, Techman TM AI, ABB YuMi з комп'ютерним зором);
- спрощення впровадження через платформи «кобот у коробці» для малого та середнього бізнесу;
- очікується, що до 2027 року коботи будуть використовуватися на 50% німецьких заводів (проти ~30% у 2024 році);
- розширення бізнес-моделі RaaS (робот як послуга): частка зросте до 25% (зараз — 10%).

**Основні проблеми ринку:**

- висока вартість інтеграції — від €50 тис. до €100 тис. за проєкт;
- консерватизм малого бізнесу, що ускладнює впровадження інновацій;
- конкуренція з країнами Східної Європи (Польща, Чехія), де автоматизація обходиться дешевше.

Німеччина — один з ключових гравців у глобальній індустрії коботів**.** Незважаючи на відставання від Китаю за обсягами виробництва, вона лідирує у преміум-сегменті та в розробці спеціалізованих рішень.




**Найбільші німецькі виробники коботів:**

- **KUKA (належить Siemens AG)**:

*Лінійки LBR iisy (3–15 кг, флагман з ШІ-навігацією) та LBR iiwa (7–14 кг, для точного складання в автомобілебудуванні та авіабудуванні).*

**Виробництво:** у 2022 р. – 2500 шт., у 2023 р. – 3100 шт.
**Експорт:** у 2022 р. – 320 млн доларів, у 2023 р. – 400 млн доларів (60% — ЄС, 20% — США, 10% — Китай).
**Інновації:** інтеграція з IoT-платформою Siemens MindSphere.

- **Franka Emika:**

*Коботи серії Panda (3–7 кг) з функцією силового зворотного зв'язку.*

**Виробництво**: 2020 р. – 800 шт.; 2023 р.– 1500 шт.
**Експорт:** 2020 р. – $50 млн, 2023 р.– $120 млн (70% — ЄС, 15% — Японія).
**Відмінність** — відкрите ПЗ (ROS 2.0) і SDK для розробників.

- **Wandelbots:**

*Спеціалізується на «непрограмованих» коботах з навчанням через AR-окуляри. Засновано на платформах Universal Robots і Techman.*

У 2023 році продано понад 500 систем (у тому числі в США та Південній Кореї).

- **Neura Robotics:**

*Кобот MAiRA (10 кг) — перший у світі з когнітивним ШІ.*
**Виробництво** у 2023 році — 400 шт.
**Експорт:** $60 млн (у тому числі США, ОАЕ).

- **F&P Robotics** (Швейцарія — Німеччина)**:**

*Медичні та логістичні коботи швейцарської розробки, виробництво — в Німеччині.*

**Загальна динаміка виробництва та експорту коботів у Німеччині**

ВИРОБНИЦТВО

2020 р. — 3,000 шт.
2022 р. — 5,200 шт.
2023 р. — 6,500 шт.

ЕКСПОРТ

2020 р. — $ 300 млн
2022 р. — $ 550 млн
2023 р. — $ 700 млн

ЧАСТКА НА СВІТОВОМУ РИНКУ

2020 р. — 9%
2022 р. — 12%
2023 р. — 15%

Продовження слідує