

6. Microsoft Visual Studio [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/ URL: https://visualstudio.microsoft.com/](http://www.visualstudio.microsoft.com/) – 15.10.2021 р.

**Науковий керівник:** *Бабак Ірина Миколаївна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.*

УДК 338.45

## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

**Цапля Б. О.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61000, Харків, пр. Науки 14

E-mail: bohdan.tsaplia@nure.ua

**Анотація:** У даній статті розглядаються тенденції розвитку сучасної промислової робототехніки. Розглянуто сучасні типи промислових роботів та галузі їх використання. Зроблено висновки стосовно використання сучасних промислових роботів в різних галузях виробництва.

**Ключові слова:** робототехніка, виробництво, індустріальна робототехніка, робот.

## TENDENCY OF DEVELOPMENT OF MODERN INDUSTRIAL ROBOTICS

**B. Tsaplia**

Kharkiv Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61000, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: bohdan.tsaplia@nure.ua

**Annotation:** This article examines development trends of modern industrial robotics. Modern types of industrial robots and areas of their use are considered. Conclusions are made regarding use of modern industrial robots in various industries.

**Keywords:** robotics, production, industrial robotics, robot

Застосування роботів в промисловості почалося, за історичними мірками, трохи більше, ніж півстоліття тому, але уже зараз тяжко уявити сучасне виробництво без конвеєрів або сталевих маніпуляторів.

Сучасні промислові роботи (СПР) більш розумні та універсальні, ніж їх попередники. Вони можуть скоротити виробничі цикли та оптимізувати використання ресурсів. Сьогодні виробники можуть розпочати день із декількох роботів, які виконують одне завдання, а потім закінчити робочий день із тими самими роботами, які вже виконують зовсім інший набір завдань. Ця пристосованість робить СПР дуже корисними у малооб'ємному виробництві з великою кількістю різноманітних завдань.

З кожним роком попит на галузь СПР дедалі збільшується. Згідно інформації від Міжнародної федерації робототехніки (International Federation of Robotics) рекордний показник у 2,7 млн промислових роботів, що працюють на заводах по всьому світу, що демонструє ріст попиту на 12 % у порівнянні з минулорічною статистикою [1]. Тому, тема роботи є актуальна.

Роботи стануть основними засобами автоматизації з великим економічним впливом. Інвестиційні очікування в СПР високі – 88 % респондентів, очікують збільшення інвестицій, що відповідає статистиці IFR за останні роки. Зростання інвестицій у різних галузях промисловості головним чином обумовлена метою зменшення собівартість виробництва. Інвестиції також мотивовані через необхідність підвищення гнучкості в виробництві та поліпшення можливостей роботи.

Як правило промислових роботів класифікують:

1. За типом управління:

– напівавтономні – діють строго за заданою програмою, часто не здатні самостійно коригувати свої дії, не мають сенсорів і не можуть обійтися без участі оператора.

– повністю автономні – здійснюють програмовані дії без участі оператора. Відповідно до заданих алгоритмів можуть коригувати свої дії в міру необхідності. Зазвичай такі роботи повністю перекривають поле діяльності на своїй ділянці конвеєра, без залучення живої робочої сили.

2. За областями використання: фарбування, зварювання, складання, палетування, пакування та маркування, огляд та випробування, обробка матеріалів тощо.

Розглянемо деякі сучасні типи індустріальних роботів:

1. Декартові роботи, які також називаються порталними роботами і мають прямокутну конфігурацію. Ці типи промислових роботів мають три призматичних з'єднання для забезпечення лінійного руху, ковзаючи по його трьох перпендикулярних осях. Вони також можуть мати прикріплене зап'ястя, щоб забезпечити обертальні рухи [2].

Декартові роботи використовуються у більшості промислових задачах, оскільки пропонують гнучкість у своїй конфігурації, що робить їх придатними для конкретних потреб застосування (рис. 1) [3].

Декартові роботи використовуються для: навантаження та розвантаження; обробка матеріалів; збірка та розбір; переробка ядерних матеріалів; клейові аплікації.

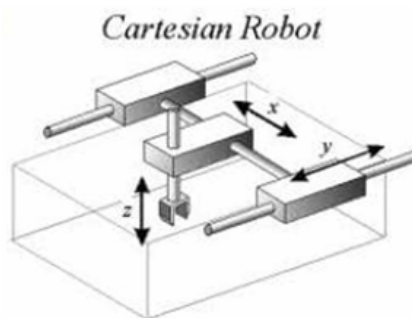


Рисунок 1 – Декартовий робот

2. Роботи SCARA – вибіркового комбінований монтажний робот) мають робочу оболонку у формі пончика і складаються з двох паралельних з'єднань, які забезпечують відповідність в одній обраній площині. Поворотні вали розташовані вертикально, а кінцевий ефект, прикріплений до кронштейна, рухається горизонтально. Роботи SCARA спеціалізуються на бічних рухах і в основному використовуються для складання. Рухи роботів типу SCARA швидші і мають простішу інтеграцію, ніж циліндричні та декартові роботи (рис. 2) [3, 4].

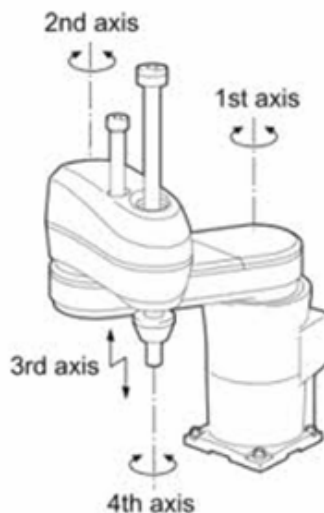


Рисунок 2 – Робот SCARA

Роботи SCARA використовуються для: обробка напівпровідникових пластин; упаковка; палетування; завантаження машин.

3. Шарнірні роботи за своєю механічною конфігурацією нагадують людську руку. Використовуються для гнучкої автоматизації як на горизонтальних, так і на вертикальних поверхнях (рис. 3) [5–6]. Його компактна структура та велика швидкість переміщення допомагають підвищити продуктивність праці та забезпечити безпеку працівників.

Шарнірні роботи використовуються для: упаковка харчових продуктів; дугове зварювання; точкове зварювання; обробка матеріалів; збір автомобілів; різання сталі; обробка скла.

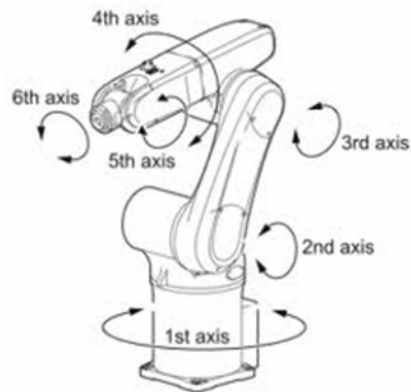


Рисунок 3 – Шарнірний робот

4. Циліндричні роботи з'являються рідше в сучасному виробництві (рис. 4) [7–8].

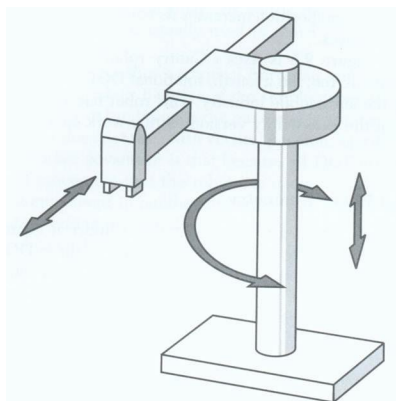


Рисунок 4 – Циліндричний робот

Циліндричні роботи мають циліндричну робочу зону з поворотним валом та висувною рукою, яка рухається вертикально та ковзає. Таким чином, роботи з циліндричною конфігурацією пропонують вертикальний та горизонтальний лінійний рух разом із обертальним рухом навколо вертикальної осі.

Циліндричні роботи використовуються для: лиття під тиском; завантаження та розвантаження машин; нанесення покриттів.

Виділимо основні тенденції розвитку промислової робототехніки:

1. Безпечні колаборативні роботи (коботи). Традиційні промислові роботи найчастіше використовувалися в автомобільній промисловості, а саме, роботи стояли за конвеєром, які налаштовані на виконання одного завдання. Таких роботів відрізняє висока продуктивність. Вони можуть бути небезпечні для людини, що опинилася в їх робочій зоні, тому при їх експлуатації необхідно дотримуватися заходів безпеки, зокрема – за допомогою огорожі.

Коботи легко переналагоджуються на виконання інших сценаріїв і рішення нових виробничих завдань, які, взагалі-то, виконували оператори безпосередньо на виробництві. У числі безумовних плюсів коботов, крім гнучкості і багатозадачності: порівняно низька ціна і, відповідно, невеликий термін окупності.

2. Машинний зір. Застосування роботів на конвеєрному виробництві для переміщення заготовок вимагає високої точності їх позиціонування – не завжди можливо і тоді на допомогу приходить машинний зір. Цифрова камера отримує зображення заготовки в робочій зоні робота, програмне забезпечення його аналізує, формулює перед роботом завдання і той їх виконує. Завдання, які можна вирішувати за допомогою машинного зору: контроль процесу складання виробу, підрахунок об'єктів, вимірювання їх параметрів і т.п.

3. Технології штучного інтелекту і машинного навчання. Промислові роботи стають все більш розумними, вмільми, знаходять все нові сфери застосування. Така робототехніка має більший ступенів автономності, розпізнавання змін навколишнього оточення та варіативності в реакціях на ці зміни.

4. Кібербезпека. Творці роботів багато уваги приділяють фізичній безпеці взаємодії людини і робота на виробництві, забуваючи часом про кібербезпеку. Основна причина: інформаційне середовище підприємства, в якому працює робот, як передбачається, спочатку безпечно. Але це не завжди так, оскільки іноді роботи безпосередньо підключаються до Інтернету – наприклад, для оновлення прошивки від виробника. Та й саме внутрішня ІТ-середовище підприємства не завжди достатньо захищене. Тому йде тенденція розвитку кібербезпеки.

Таким чином, розглянувши деякі типи найпоширеніших індустріальних роботів можна сказати, що роботи займають переважно некваліфіковані та небезпечні роботи і можуть призвести до значного скорочення зайнятості на окремих заводах та зменшення кількості травм на робочому місці. Розглянуті типи індустріальних роботів: декартовий робот, робот SCARA, шарнірний робот, циліндричний робот є найпоширенішими в використанні в сучасному міжнародному виробництві. В ході проведеного аналізу в галузі сучасних СПР виділено основні тенденції розвитку промислової робототехніки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кормин, Т.Г. Анализ показателей эффективности предиктивной аналитике в сфере промышленной робототехники // Modern Science 3-2. 2021. P. 507–513.
2. Zhengtuo W. Grasping pose estimation for SCARA robot based on deep learning of point cloud // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 108.4. 2020. P. 1217–1231.
3. Yunbo H. Research on Motion Simulation of Wafer Handling Robot Based on SCARA // 2018 19th International Conference on Electronic Packaging Technology (ICEPT). IEEE, 2018. P. 1212–1220.
4. Parada I. A new meta-module design for efficient reconfiguration of modular robots // Autonomous Robots. 2021. P. 1–16.
5. Андряшин, В.А. Способ повышения точности позиционирования промышленного робота // Инновационный кластер, 2018. С. 23–25.
6. Giorgio D. Artificial Intelligence Control in 4D Cylindrical Space for Industrial Robotic Applications // IEEE Access 8. – 2020. – P. 174833–174844.
7. Fikrul Akbar A. The Kinematics Analysis of Robotic Arm manipulators Cylindrical Robot RPP Type for FFF 3D Print using Scilab // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 494. No. 1. IOP Publishing. 2019. P. 65–70.

**Науковий керівник:** Сотник Світлана Вікторівна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки