

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
**ФАКУЛЬТЕТ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
*міжнародної науково-практичної онлайн конференції*  
*«Сучасні проблеми та перспективи розвитку*  
*машинобудування України»,*  
*присвяченої 20-й річниці з дня створення*  
*факультету конструювання та дизайну*  
*Національного університету біоресурсів і*  
*природокористування України*

**23-24 вересня 2021 року**

**м. Київ**

УДК 621.865.8

## **АНАЛІЗ ПРОСТОРОВОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА**

*Ловейкін В.С., д.т.н., проф.*

*Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф.*

*Сподоба О.О., к.т.н.*

*Національний університет біоресурсів і*

*природокористування України, м. Київ*

*E-mail: [sp1309@ukr.net](mailto:sp1309@ukr.net)*

Область застосування промислових роботів безперервно розширюється, їх функції ускладнюються, конструктивні виконання маніпуляційних систем та елементів приводу відрізняються значним різновидом, при цьому використовуються різні системи координат в яких працює маніпуляційна система. Технічний та технологічний рівень промислових роботів залежить від властивостей його кінематичної схеми, яка дає можливість забезпечити бездоганну роботу промислового робота в заданій зоні обслуговування.

Основним питанням при дослідженні планування траєкторії переміщення ланок промислового робота є потреба помістити робочий орган в певне положення з заданою орієнтацією та в певний час.

Положення і орієнтація робочого органу промислового робота можуть бути описані через положення і орієнтацію системи координат кожної ланки, яка в свою чергу зв'язана з робочим органом по відношенню до інерціальної, базової системи координат. З точки зору задачі кінематики маніпуляційну

систему промислового робота можна розглянути, як незамкнений багатоланковий кінематичний ланцюг, ланки якого послідовно з'єднані між собою обертальними або зворотно-поступальними зв'язками. Один кінець цього ланцюга закріплений на нерухомому опорно-поворотному механізмі, та зв'язаний з базовою системою координат, а на іншому кінці розміщений робочий орган.

Для отримання відношень положення ланок маніпуляційної системи промислового робота в тривимірному просторі, які зв'язують декартові координати будь-якої точки промислового робота в системі координат нерухомої основи з її узагальненими координатами, зручно зв'язувати з кожною ланкою маніпулятора в ортогональній системі координат.

Сукупність положення і орієнтації робочого органу можна описати за допомогою матричного подання для опису просторової геометрії маніпулятора. Суть цього методу полягає у формуванні однорідної матриці перетворення розмірністю  $4 \times 4$ , яка описує положення системи координат кожної ланки відносно системи координат попередньої ланки. Це дає можливість послідовно перетворювати координати робочого органу промислового робота із системи відліку зв'язаної з останньою ланкою маніпуляційної системи, в базову систему відліку, яка є інерціальною системою координат.

$$A = \begin{bmatrix} R_{3 \times 3} & L_{3 \times 1} \\ P_{1 \times 3} & M \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де  $R_{3 \times 3}$  – матриця повороту Ейлерових кутів  $3 \times 3$ ;

$L_{3 \times 1}$  – матриця положення початку координат повернутої системи відліку відносно абсолютної;

$P_{1 \times 3}$  – матриця перетворення перспективи;

$M$  – масштабний коефіцієнт.

Кожна матриця описує положення кожної ланки маніпуляційної системи промислового робота відносно абсолютної системи координат. У ланки маніпулятора можуть здійснювати обертовий та зворотно-поступальний рухи відносно абсолютної системи відліку, для кожної ланки визначається система координат, яка зв'язує ланки між собою, осі якої паралельні осям зчленування ланок. Переміщення та поворот кожної ланки стрілової системи промислового робота в декартовій системі координат описуються наступними матрицями:

$$T_n = A_1^0 A_2^1 \dots A_n^{n-1} = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де –  $\vec{n}, \vec{o}, \vec{a}, \vec{p}$  проекції одиничних векторів на осі інерціальної системи координат.