

УДК 531.004

**МАНІПУЛЯЦІЙНІ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО РОБОТА****Ю. П. Лещенко**

*Національний авіаційний університет, Київ, 03058 Пр. Космонавта Корольова, 1,  
тел. +38 067 501 13 39, [ulial@inbox.ru](mailto:ulial@inbox.ru)*

*Наведено опис маніпуляційних систем вимірювальних роботів, розглянуто ступені рухомості маніпулятора, їх мінімально необхідне число. Описано маніпулятор з прямокутною, сферичною, циліндричною та кутовою системами координат.*

*Ключові слова: вимірювальні роботи, маніпулятор, вимірювальний наконечник, математична модель, інформаційна система.*

*Приведено описание манипуляционных систем измерительных роботов, рассмотрены степени подвижности манипулятора, их минимально необходимое число. Описаны манипулятор с прямоугольной, сферической, цилиндрической и угловой системами координат. Ключевые слова: измерительные работы, манипулятор, измерительный наконечник, математическая модель, информационная система.*

*The description of the measuring robot manipulation systems are considered manipulator degrees of mobility, their minimum required number. Manipulator is described with the rectangular, spherical, cylindrical and angular coordinates.*

*Key words: measuring work, mounted, measuring point, mathematical model, the information system.*

Вимірювальний робот складається з двох основних частин – виконавчих систем і інформаційно-керуючої системи з сенсорною системою. У свою чергу виконавчі системи включають маніпуляційну систему (зазвичай у вигляді механічних маніпуляторів) і систему пересування, яка є лише у мобільних (рухомих) вимірювальних роботах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що об'єктивною причиною розвитку сучасної робототехніки є потреба промисловості гнучкої автоматизації з усуненням людського фактору з безпосередньої участі і недостатність для цієї мети традиційних засобів [1].

У доповнення до трьох незалежних і двонаправлених сил і рухів, якими має бути наділена рука вимірювального робота, необхідні також три незалежні і двонаправлені пари сил і обертання [2].

Метою роботи є опис маніпуляційних систем вимірювального робота, принципу роботи, основних їх аспектів, а також спроба представити маніпулятори, що працюють у прямокутній, сферичній та циліндричній системах координат.

Маніпулятори являють собою просторовий механізм у вигляді кінематичних ланцюгів, що утворюють кінематичні пари з кутовими або поступальними рухами і системою приводів зазвичай розділених для кожного ступеню

рухомості. Маніпулятори закінчуються робочим органом, у нашому випадку вимірювальним наконечником.

Ступені рухомості маніпулятора поділяються на переносні і кутової орієнтації. Переносні слугують для переміщення робочого органу у робочій зоні маніпулятора. Їх мінімальна кількість для переміщення вимірювального наконечника дорівнює трьом. Однак для розширення маніпуляцій і реалізації більш складних траєкторій руху, наприклад, з обходом перешкод, а також для підвищення швидкодії маніпулятори зазвичай наділяють декількома додатковими переносними ступенями рухомості, хоча це ускладнює вимірювальний робот і збільшує його вартість.

Сучасні маніпулятори мають у середньому 4-6 ступенів рухомості, але існують маніпулятори і з 8-9 такими ступенями.

Максимально необхідне число ступенів кутової орієнтації 3. Вони забезпечують поворот вимірювального наконечника відносно його поздовжньої і двох інших взаємно перпендикулярних осей.

На рис.1 показано конструкції маніпуляторів з трьома переносними ступенями рухомості у різних системах координат і їх робочі зони.

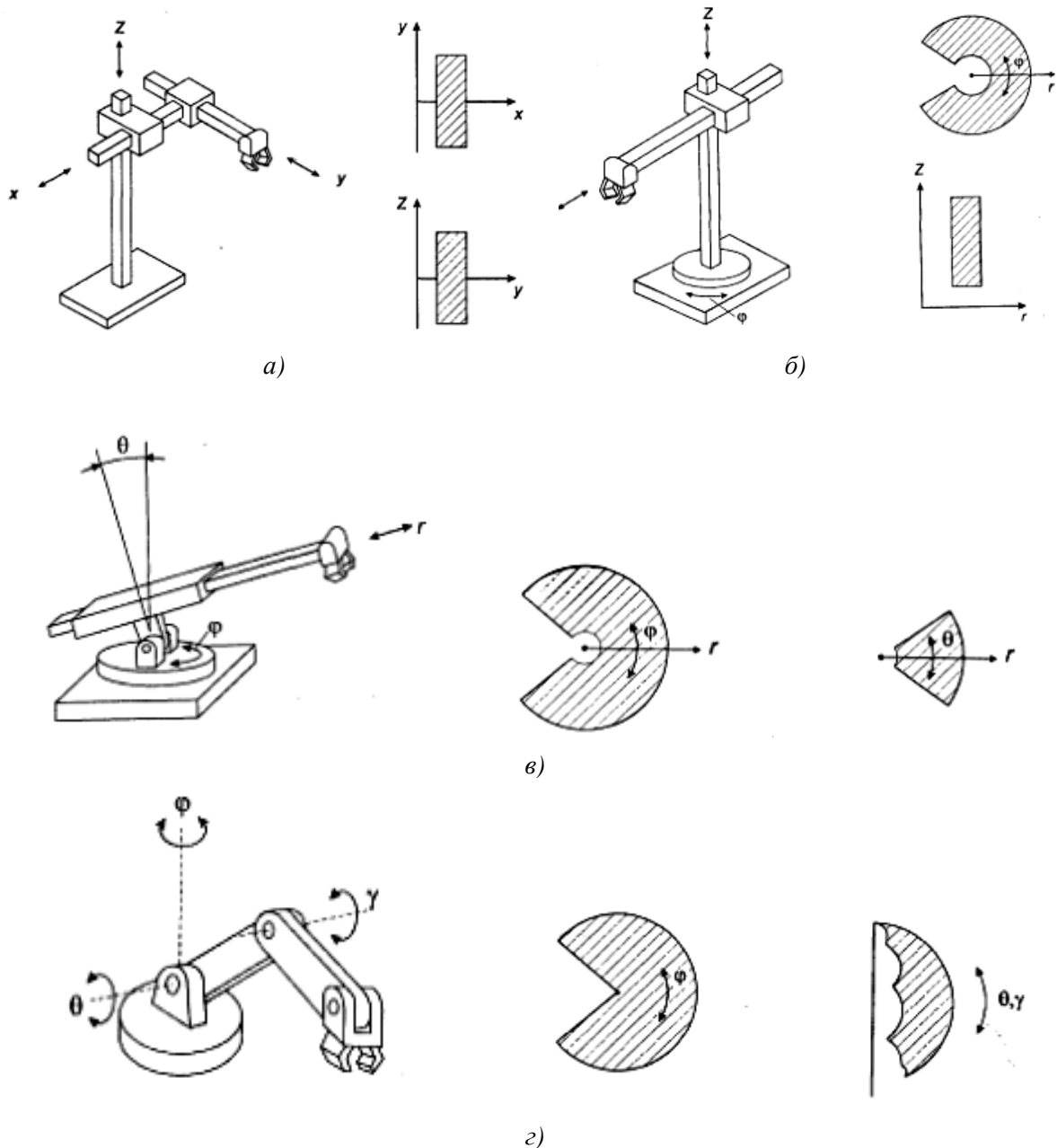
Маніпулятори, що працюють у прямокутній системі координат (рис. 1, а), мають робочу зону у формі паралелепіпеда. У цьому випадку

усі рухи лише прямолінійні. Така система координат спрощує програмування вимірювального робота, так як вона виконується зазвичай саме у прямокутній системі координат, і, таким чином, не потребує перерахунку програм з однієї системи координат в іншу.

У маніпуляторах, що працюють у циліндричній системі координат (рис. 1, б) додатково виконуються кутові переміщення (по

колу). Відповідно, робоча зона обмежена циліндричними поверхнями.

У сферичній системі координат (рис. 1, в) здійснюється вже два кутові переміщення і робоча зона обмежена сферичними поверхнями. Маніпулятори з такою системою координат, як правило, складніші, ніж з циліндричною системою, однак компактніші.



а) – з прямокутною системою координат; б) – з циліндричною системою координат; в) – з сферичною системою координат; г) – з кутовою системою координат

**Рисунок 1 – Маніпулятори з трьома переносними ступенями рухомості у різних системах координат і їх робочі зони**

Показаний на рис. 1,  $z$  маніпулятор з кутовою системою координат здійснює лише кутові переміщення, всі його ланки являють собою шарніри. Тому часто такі маніпулятори називають шарнірними. Вимірювальні роботи такого типу можуть складуватися, не виступаючи практично за межі основи робота, мають найбільшу компактність хоча найбільш складні у керуванні.

### ВИСНОВКИ

Представлені маніпулятори мають всього по три пересувні ступені рухомості. Однак оскільки маніпулятори реальних вимірювальних роботів мають більше число ступенів рухомості, в них часто використовують різноманітні комбінації розглянутих основних типів системи

координат.

Суттєве значення також мають тип і розміщення приводів і механізмів передачі руху від них до ланцюгів маніпулятора.

1. Юревич Е.И. Основы робототехники :2-е изд., перераб. и доп. / Е.И. Юревич, А.Г. Карпов. – БХВ:Петербург, 2005. – 416 с. 2 Янг Дж. Ф. Роботехника / Дж.Ф. Янг. – Л.: Машиностроение, 1979. – 304 с.

**Поступила в редакцію 14.03.2011р.**

**Рекомендував до друку докт. техн. наук,  
проф. Копей Б. В.**