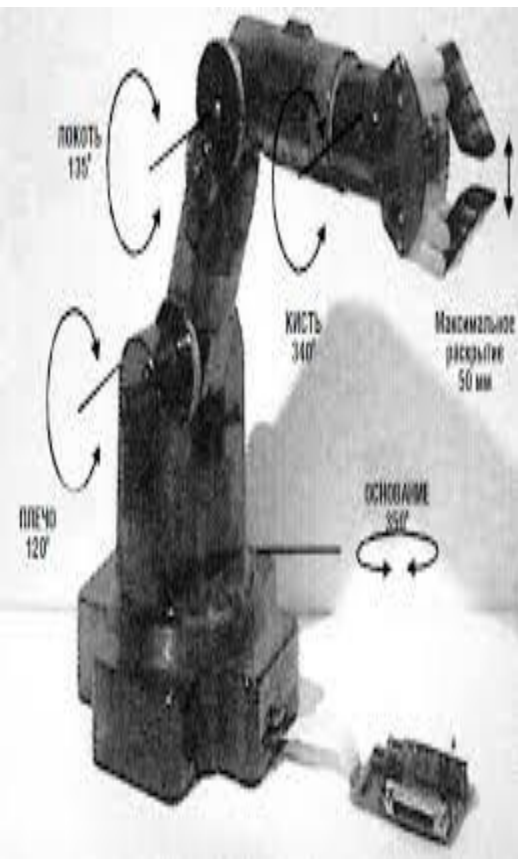


# Манипуляторларни кинематик таҳлили.

- **Режа:**

- 1. Манипуляторларни кинематик таҳлили босқичлари ва масалалари.
- 2. Координаталарни қайта тузишни (келтиришни) матрицалар усули.
- 3. Манипулятор қисқичи тезлиги.



1. Саноат роботларини лойihalашнинг барча босқичларида ва бошқариш жараёнида манипуляторларни кинематик ва динамик масалаларини ечишга тўғри келади. Умуман саноат роботларини динамик таҳлилида кинематик ҳарактеристикалардан фойдаланиш зарур бўлади. Шунниг учун дастлаб манипуляторларни кинематик таҳлили бажарилади. Саноат роботларини кинематик таҳлилида асосан бўғинларнинг ва технологик объектларни ўзаро ҳолатини, ҳарактерли нуқталарни тезлик ва тезланишларни аниқланади.



Саноат роботларини кинематик таҳлилида **тўғри** ва **тескари масалаларни** фарқ қилинади. **Тўғри масалада** ишчи органни, қисқични тегишли вазияти кинематик жуфтлардаги нисбий силжишларга қараб ҳисобланади. Яъни, тўғри масалада умумлашган координаталарни ўзаро чекланган ўзгаришларида роботни ишчи зонасини геометрик ҳарактеристикалари аниқланади.

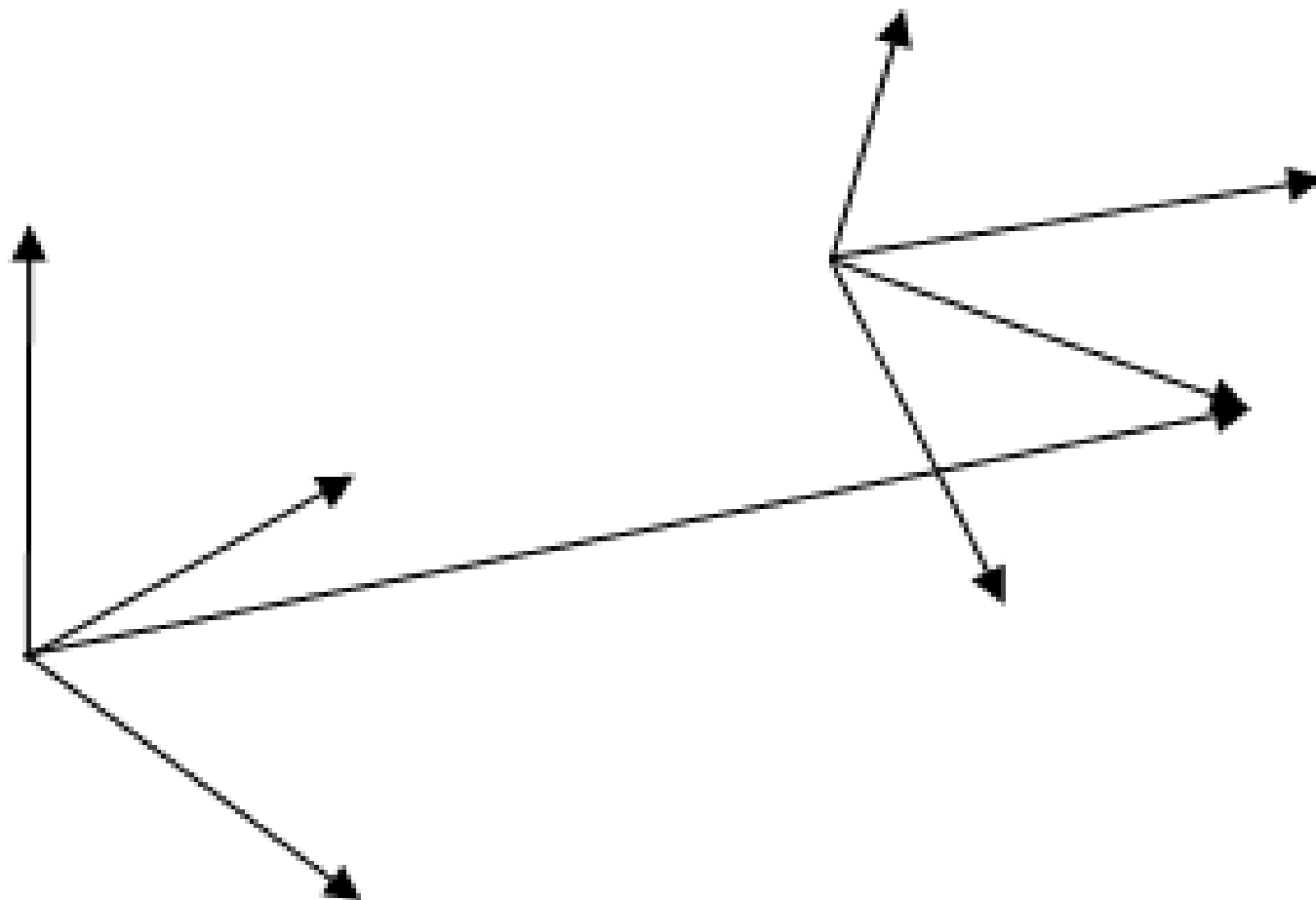


**Тесқари масалада қисқичнинг холатига қараб умумлашган координата топилади. Бунда қисқичнинг  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $z(t)$  ҳаракат қонуни аниқланади. Шу асосда манипулятор бўғинлари, нуқталарини тезлик ва тезланишлари ҳам аниқланади.**

Кинематик таҳлилни амалга ошириш учун дастлаб манипуляторнинг кинематик схемаси тузилади. Манипулятор кинематик схемасида бўғинларни геометрик ўлчамлари (масштабда), уларни тўрлари, кинематик жуфтлар сони ва синфлари кўрсатилади. Сўнгра, манипуляторни кўзгалувчанлик даражаси ва ҳаракатчанлиги аниқланади. Манипуляторни технологик параметрлари таҳлил қилинади.



2. Координаталарни қайта тузишда матрицалар усули кенг кўлланилади. Манипулятор қисқичини холатини аниқлашда координаталарни қайта тузиш керак бўлади.



8.1-расм

- Айтайлик СЖ(Ож,Хж,Уж,Зж) координаталар системасида  $\bar{\tau}_i$  вектори берилган бўлсин, уни координаталарини  $\bar{\tau}_i$  вектори билан СЖ(Ож,Хж,Уж,Зж) системада топиш керак бўлсин. (8.1-расм).

$\bar{\tau}_i$  векторининг координаталарини  $\bar{\tau}_i$  вектори координаталари орқали ифодаласак.

- $$\bar{\tau}_i = A s_i^{\leftarrow} s_j \bar{\tau}_j \quad (8.1)$$
- бу ерда,  $A s_i^{\leftarrow} s_j$  -СЖ системадан Си системага ўтиш матрицаси.



- Фазовий координаталарни қайта тузиш учун 4- тартибли  $Asi\bar{s}j$  матрицалардан фойдаланилади. Вектор ёъналиши қайси системадан қайсинисигача ўтишини кўрсатади.  $Asi\bar{s}j$  матрицани юқори чап бурчаги бўйича 3-тартибли  $Bsisj$  матрицани кўрайлик

- $$Bsi\bar{s}j = \begin{vmatrix} \cos(xi\hat{x}j) \cos(xi\hat{y}j) \cos(xi\hat{z}j) \\ \cos(yi\hat{x}j) \cos(xi\hat{y}j) \cos(xi\hat{z}j) \end{vmatrix} \quad (8.2)$$

- Ушбу матрица элементлари янги Си системанинг бурчак косинуслари бўлса, ўқлари ески Сж системаниқидир. Бунда X ўқи 1, Y ўқи 2, Z ўқи 3 билан белгиланади. Масалан

$$a_{23} = \cos(yi, zi)$$

- $Asi\bar{s}j$  матрицанинг  $a_{14}, a_{24}, a_{34}$  элементларини  $a_{41}=a_{42}=a_{43}=0$  ва  $a_{44}=1$  деб қараймиз.

- Матрицаларнинг каторини устунига кўпайтириш коидасидан вектори координаталари янги  $S_{\text{и}}$  системада  $r_j$  координаталари орқали олинади.

$$\begin{pmatrix} Xi \\ Yi \\ Zi \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Xj \\ Yj \\ Zj \\ 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{cases} Xi = a_{11}Xj + a_{12}Yj + a_{13}Zj + a_{14} \\ Xi = a_{21}Xj + a_{22}Yj + a_{23}Zj + a_{24} \\ Xi = a_{31}Xj + a_{32}Yj + a_{33}Zj + a_{34} \end{cases} \quad (8.3)$$

- 3. Манипуляторнинг қисқичини С нуқтаси тезлиги тегишли координата ўқларига туширилган проекциялар бўйича олинган ҳосилалар орқали аниқланади

$$V_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}; \quad V_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}; \quad V_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z}$$

- ёки, С нуқтани абсолют тезлиги

$$V_c = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}$$

(8.4)

- Худди шунингдек қисқичнинг С нуқтасини абсолют тезланиши

- 

$$a_c = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2} \quad (8.5)$$

- Лекин цилиндрик, сферик ва ангуляр координаталар системасида ҳаракат қилувчи манипуляторлар қисқичларининг С нуқталарини тезлик ва тезланишлари мураккаб функциялар орқали аниқланади.