

УДК 621.8.026.6

**РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ СТЮАРТА И ИССЛЕДОВАНИЕ
ЕЁ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Мухаметзянов А. В., Бахвалов А. В., Грешняков П. И., Илюхин В. Н.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С. П. Королева (национальный исследовательский университет), г. Самара

Платформа Стюарта – это подвижная механическая система, выходное звено которой может перемещаться с шестью степенями свободы.

Существует множество задач, цель которых – реализация поступательного или вращательного движения площадки, на которой располагается массивный объект. Подобные задачи возникают там, где необходимо позиционировать объект в пространстве с заданной точностью, провести испытание на вибрационную защиту, устойчивость к динамическим нагрузкам.

Система состоит из двух жёстких рам – неподвижного основания 4 и подвижной платформы 1, соединённых между собой шестью опорами переменной длины 3 через шарнирные соединения карданного или шарового типа 2 (рис. 1).

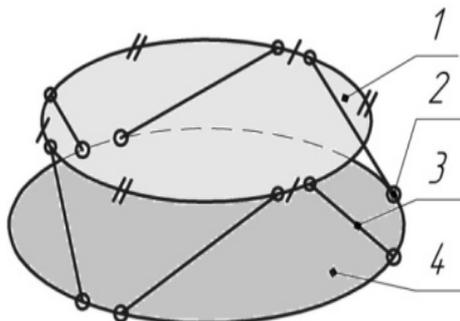


Рис. 1. Схема расположения элементов платформы Стюарта

За счёт изменения длин опор возможно плоско-параллельное движение подвижной платформы вдоль осей x , y , z , а также вращательное движение относительно этих осей.

Прямая кинематическая задача заключается в определении положения и ориентации платформы для заданных длин ног, а обратная – в нахождении длины ног по заданной ориентации платформы, при этом система решаемых уравнения имеет единственное решение.

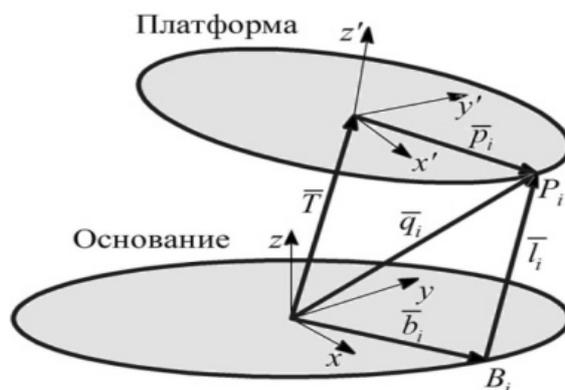


Рис. 2. Схема для вычисления координат шарниров в векторном виде

Для перехода из одной системы координат в трёхмерном пространстве в другую получена полная матрица поворота:

$$\begin{aligned}
 {}^P P_B &= R_z(\psi) \cdot R_y(\theta) \cdot R_x(\varphi) = \\
 &= \begin{pmatrix} \cos \psi & -\sin \psi & 0 \\ \sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & -\sin \varphi \\ 0 & \sin \varphi & \cos \varphi \end{pmatrix} = \\
 &= \begin{pmatrix} \cos \psi \cos \theta & -\sin \psi \cos \varphi + \cos \psi \sin \theta \sin \varphi & \sin \psi \cos \varphi + \cos \psi \sin \theta \cos \varphi \\ \sin \psi \cos \theta & \cos \psi \cos \varphi + \sin \psi \sin \theta \sin \varphi & -\cos \psi \sin \varphi + \sin \psi \sin \theta \cos \varphi \\ -\sin \theta & \cos \theta \sin \varphi & \cos \theta \cos \varphi \end{pmatrix}.
 \end{aligned}$$

Моделирование трёхмерного движения платформы осуществлялось с применением библиотеки AMESim 3D Mechanics.

В результате моделирования были получены координаты положения центра тяжести рамы, а также её ориентация. На рисунке 3 показаны графики изменения положения центра тяжести платформы. Как видно из рисунка, при позиционировании платформы в пространстве наблюдается динамическая погрешность, обусловленная податливостью рабочего тела. В случае применения гидравлического привода столь значительные отклонения не наблюдаются, однако применение гидравлического привода является относительно более дорогостоящим.

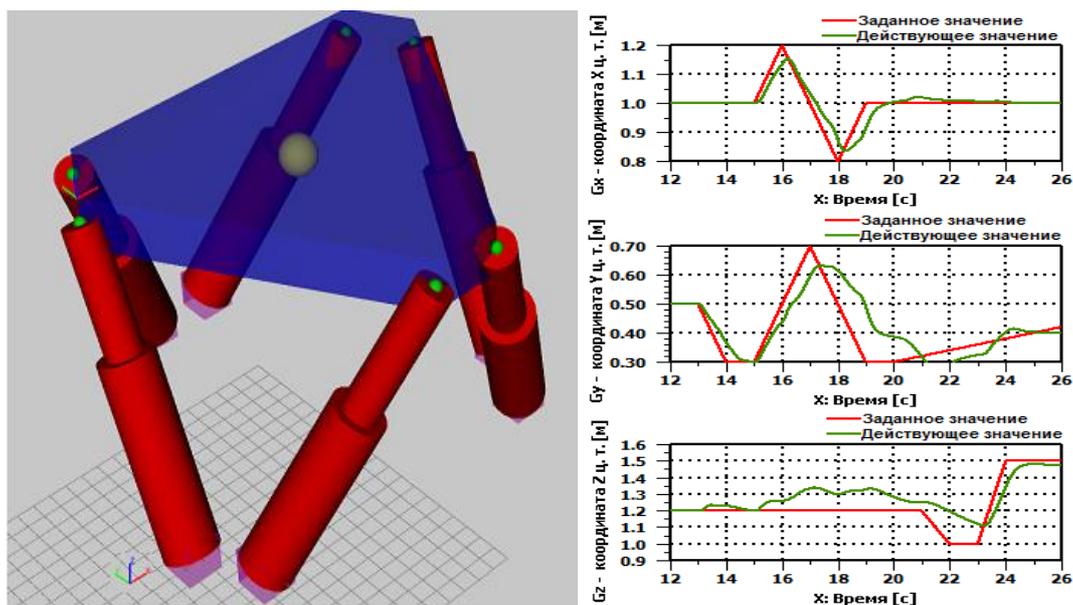


Рис. 3. Результаты моделирования в AMESim

Таким образом, решена обратная кинематическая задача движения платформы Стюарта в матричном виде. Алгоритм решения задачи в матричном виде используется в программной части контроллера, управляющего движением платформы по заданной траектории.

Механическая реализация изменения длин опор возможна за счёт применения в качестве привода гидравлических, пневматических цилиндров, электрического линейного или поворотного приводов.