

УДК 681.5

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫМ МОДУЛЕМ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Прокопья О.Н., Козлович К.А., Халитов В.В.

Брестский государственный технический университет  
Брест, Республика Беларусь

Маневренность мобильных роботов во многом определяет эффективность их работы. Известны конструкции, у которых колеса могут поворачиваться на любой угол независимо друг от друга [1,2]. Это позволяет роботу двигаться по дуге любого радиуса или разворачиваться на месте.

В рассматриваемой конструкции вместо каждого из колес используется двигательный модуль, содержащий два колеса с независимыми приводами, как показано на рисунке 1.

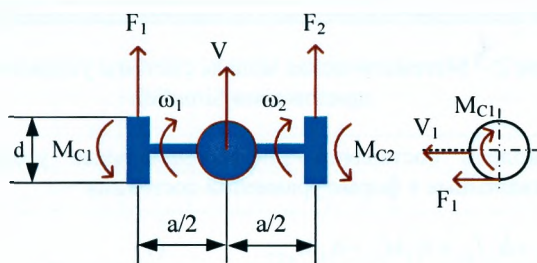


Рисунок 1 – Схема двигательного модуля

При равенстве угловых скоростей колес модуль перемещается поступательно. Поворот модуля осуществляется за счет разности угловых скоростей. Таким образом, за счет управления угловыми скоростями колес можно обеспечить любую желаемую траекторию движения модуля. Для движения платформы робота по заданной траектории необходимо согласованное управление всеми модулями. Однако, для этого необходимо, чтобы каждый модуль обладал хорошей управляемостью. Это означает, что отработка линейных и угловых перемещений должна осуществляться плавно (без перегулирования) и, по возможности синхронно (за одинаковое время). Это должно быть обеспечено соответствующим построением системы управления и настройкой регуляторов.

Решение данной задачи выполнено методами математического моделирования с использованием динамической модели двигательного модуля, построенной в приложении SIMULINK программы MATLAB.

Разработанная математическая модель показана на рисунке 2.

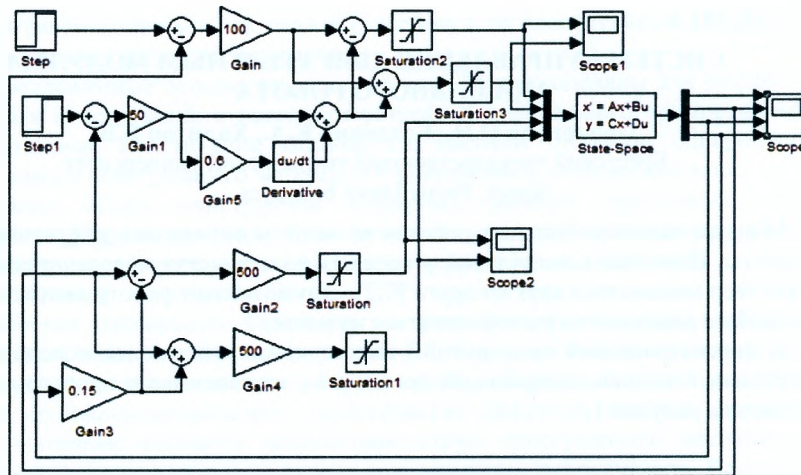


Рисунок 2 – Математическая модель системы управления модулем в приложении Simulink

Основу модели составляют дифференциальные уравнения движения модуля, представленные в форме уравнений состояния

$$\dot{\omega} = -b_{11}I_{a1} + b_{12}I_{a2} + b_{13}M_{c1} - b_{14}M_{c2}, \quad (1)$$

$$\dot{v} = b_{21}I_{a1} + b_{22}I_{a2} + b_{23}M_{c1} + b_{24}M_{c2}, \quad (2)$$

$$\dot{\varphi} = \omega, \quad (3)$$

$$\dot{S} = v, \quad (4)$$

где  $\omega$  и  $v$ ,  $\varphi$  и  $S$  – угловая и линейная скорость, угловое и линейное перемещение модуля;  $I_{a1}$  и  $I_{a2}$  – токи двигателей;  $M_{c1}$  и  $M_{c2}$  – моменты сопротивления на колесах;  $b_{11}$ ,  $b_{12}$ ,  $b_{13}$ ,  $b_{14}$ ,  $b_{21}$ ,  $b_{22}$ ,  $b_{23}$ ,  $b_{24}$  – коэффициенты матриц.

При записи уравнений модуль рассматривался как неголономная система. Далее в процессе моделирования контролировались моменты сопротивления на колесах, и управление осуществлялось таким образом, чтобы исключалось проскальзывание. Это обеспечивает корректность работы модели.

Система управления содержит каналы регулирования скорости перемещения и угла поворота. Для каждого из каналов были опробованы различные типы регуляторов. Приемлемые результаты получены при использовании пропорционального регулятора в канале регулирования скорости и пропорционально-дифференциального регулятора в канале регулирования угла поворота.

Анализ проводился применительно к действующей конструкции устройства, спроектированного и изготовленного в Высшей школе Равенсбурга-Вайнгартена (Германия), в сотрудничестве с которой выполнялась работа. Платформа робота имеет размеры 1200x800 мм и оснащена четырьмя двигательными модулями с двигателями постоянного тока Maxon 323890 мощностью 90 Вт.

На рисунке 3 представлены результаты моделирования процесса разгона до скорости 1 м/с при одновременной отработке углового поворота на 1 рад.

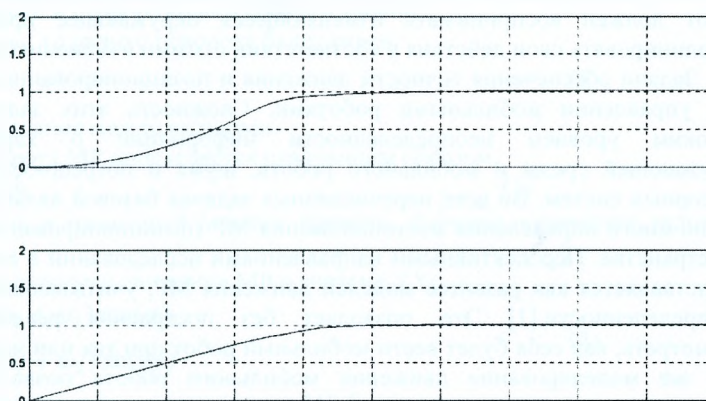


Рисунок 3 – Осциллограмма изменения угла поворота и линейной скорости.

Графики показывают, что заданная скорость перемещения и требуемый угол разворота модуля достигаются примерно за одинаковое время при монотонном характере изменения, что говорит о хорошей настройке регуляторов в каналах управления скоростью и углом поворота.

На основе результатов анализа разработан алгоритм управления приводами всех двигательных модулей робота, который будет опробован на указанном ранее устройстве.

1. Накано, Э. Введение в робототехнику: Пер. с япон. / Э. Накано. – М.: Мир, 1988. – 334 с.
2. Грувер, М. САПР и автоматизация производства: Пер. с англ. / М. Грувер, Э. Зиммерс. – М.: Мир, 1987. – 528 с.