

## ПОВЕДЕНИЕ МОБИЛЬНОГО РОБОТА СО ВСЕНАПРАВЛЕННЫМИ КОЛЁСАМИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО НЕЛИНЕЙНОЙ ТРАЕКТОРИИ

Радкевич А.А.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь.

Движение мобильного робота, оснащённого всенаправленными колёсами типа *mesaunit* или *omni* характеризуется высокой маневренностью и оптимальностью при планировании траектории, но при этом отличается сложностью в управлении и проблемами с устойчивостью и управляемостью. Являясь голономными объектами, всенаправленные мобильные роботы зачастую движутся по нелинейным траекториям, не изменяя при этом положения корпуса, что достигается за счёт дифференциального управления роликонесущими колёсами.

Поскольку роботы со всенаправленными колёсами склонны к потере устойчивости и отклонению от заданного пути, значимым вопросом является анализ устойчивости и поведения таких объектов при движении по траекториям с большим радиусом кривизны, что является актуальной задачей для исследования.

С целью изучения влияния устойчивости мобильного робота при движении по криволинейной траектории было проведено моделирование движения робота с четырьмя колёсами типа *mesaunit* по окружности радиусом  $r = 2$  м в программном пакете MATLAB. Математическое описание робота было составлено на основании его кинематической модели, изложенной в статье [1]. Для моделирования были заданы геометрические параметры робота: радиус колеса  $R_K = 0,06$  м, расстояние между колёсами, находящимися в одной плоскости вращения  $a = 0,15$  м, расстояние от центра масс робота до каждого из колёс  $l = 0,24$  м. Движение происходило в плоскости координат  $(X, Y)$  с начальной координатой в точке  $(0; 0)$ . Заданная траектория описывается уравнениями

$$\begin{aligned}x_d &= 2 \cdot \cos(t); \\y_d &= \cos(t) - 2 \cdot \sin(t),\end{aligned}$$

где  $x_d, y_d$  – текущие значения осей координатной плоскости, в которой совершается движение.

Результаты моделирования отображены на рис. 1–4.

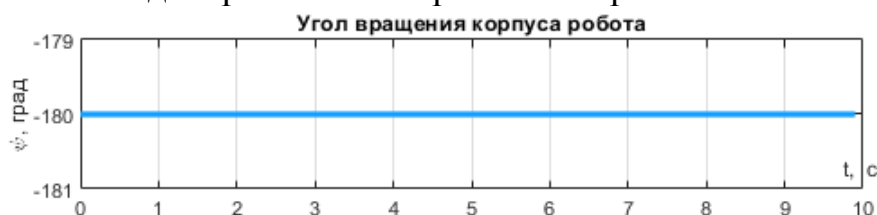


Рис. 1. График зависимости угла вращения корпуса робота от времени

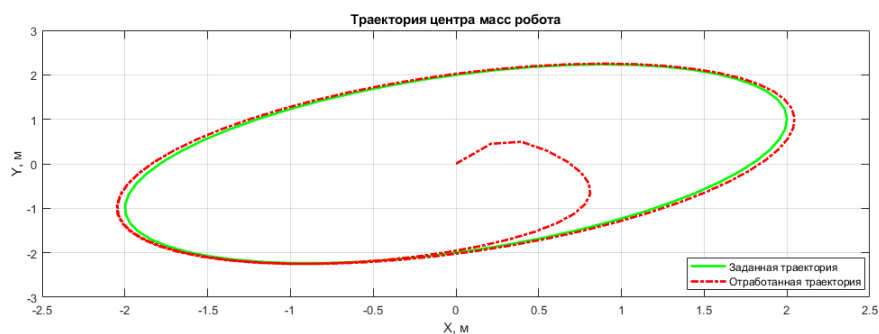


Рис. 2. График траектории центра масс робота

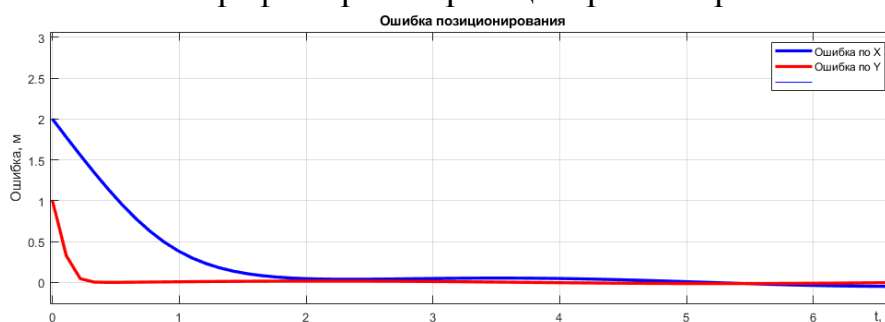
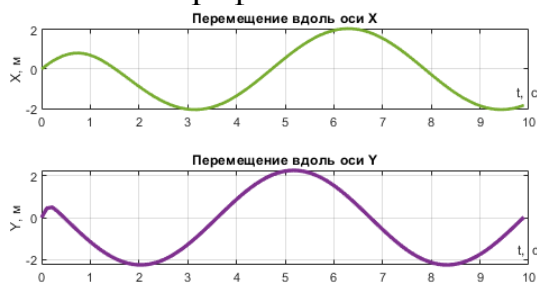


Рис. 3. График зависимости ошибки позиционирования от времени



а)

б)

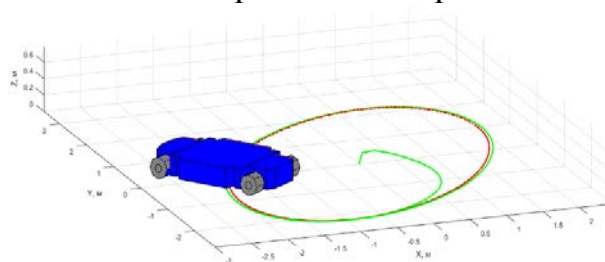


Рис. 4. а) Графики зависимости перемещения вдоль осей X и Y от времени;  
б) Трёхмерная модель движения робота по заданной траектории

Анализ графиков показал, что существенное рассогласование между заданной и отработанной траекториями движения наблюдается только в течение первых 1,5 с, когда робот начинает описывать окружность, находясь в центре координатной плоскости (рис. 3). Несущественное отклонение от намеченной траектории присутствует на всём интервале движения (рис. 2), однако это связано также и с геометрическими параметрами робота. При этом положение корпуса робота на всём протяжении моделирования оставалось стабильным (рис. 1), что свидетельствует о том, что колёса типа *mecanum* обеспечили всенаправленность движения и высокую устойчивость объекта при движении по нелинейной траектории.

1. К вопросу управления мобильным роботом с колёсами всенаправленного типа / С. А. Павлюковец [и др.] // BIG DATA и анализ высокого уровня: сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции, Минск, 17–18 мая 2023 г. : в 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2023. – С. 94-102.