

# ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКОЛЁСНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ ПЛАТФОРМАМИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ТРАЕКТОРИИ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ РАДИУСОМ

Аллахвердиев Ф.Р.<sup>1</sup>, Ланграф С.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ТПУ, ИШИТР, 8Е01, e-mail: [allahverdiev02@tpu.ru](mailto:allahverdiev02@tpu.ru)

<sup>2</sup>ТПУ, ИШИТР, Доцент ОАР, e-mail: [langraf@tpu.ru](mailto:langraf@tpu.ru)

## Введение

Целью работы является разработка универсальных алгоритмов для определения мгновенной скорости каждого мотор-колеса транспортной платформы с неповоротными колёсами при формировании траектории движения с произвольными радиусами поворота.

## Описание алгоритма

Расчет скоростей вращения каждого мотор-колеса осуществляется по предлагаемому алгоритму и позволяет рассчитать скорости для каждого мотор-колеса в составе многоколёсной транспортной платформы в зависимости от её внешних габаритов и размеров.

Расчеты основаны на имеющейся информации о габаритах многоколесной транспортной платформы: ширина между колёсами в пределах каждой оси и колёсная база между осями, рисунок 1.

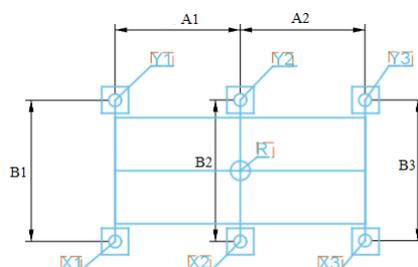


Рис. 1. Габариты многоколесной транспортной платформы

На рисунке 1 представлены габариты многоколесной транспортной платформы. Расстояние  $A_1$  и  $A_2$  это расстояние в виде колёсной базы между двумя крайними осями, а  $B_1$ ,  $B_2$  и  $B_3$  –расстояние между центрами осей колес. Как видно из рисунка 1, у платформы имеется три ведущих оси с неповоротными колёсами. Каждая ось обозначена своим индексом для того, чтобы в случае разного расстояния между центрами осей  $B$ , имелась возможность для расчёта радиусов для каждого произвольно установленного мотор-колеса [1].

$R$  – это геометрический центр многоколесной транспортной платформы, относительно которого будет формироваться задание произвольных радиусов для поворота каждой оси и отдельного колеса.  $X_1, X_2, X_3, Y_1, Y_2$  и  $Y_3$ –это скорости вращения каждого отдельного мотор-колеса.

На рисунке 2 показано, что геометрическому центру  $R$ , задается произвольный радиус поворота ( $r$ ), обозначенный толстой черной линией и при этом для движения многоколесной транспортной платформы по заданному радиусу требуется определить отдельные радиусы для каждого неповоротного мотор-колеса, которые будут описываться при движении.

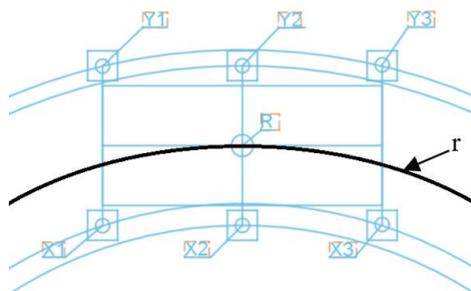


Рис. 2. Траектории движений мотор-колес

Как можно увидеть на рисунке 2, радиусы, описываемые мотор-колесами, отличаются по величинам. У средней пары колёс пройденный путь получается меньше, чем у колёс на крайних парах. При этом у крайних пар мотор-колес, радиусы описываемой окружности оказываются схожими и в данном случае это означает, что скорости X1 и X3 будут равны друг другу, и скорости Y1 и Y3 тоже окажутся равными друг другу. При этом скорости X2 и Y2, будут меньше, чем скорости вращения у крайних мотор-колес.

Расчеты скоростей вращения производятся на основе геометрических соотношений по представленным ниже формулам с учётом параметров опытной транспортной платформы для представления наглядной видимой разницы и различий в скоростях вращения. Пусть A1=A2=12см, B=16см, радиус r = 20,8 см и требуемая скорость движения V=30 км/ч. Подставляем все данные в формулы (1), (2), (3), (4), (5), (6) [2-3].

$$Y1 = \frac{2\pi(\sqrt{(R+(B/2))^2 + A^2})}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 45 \quad (1)$$

$$Y3 = \frac{2\pi(\sqrt{(R+(B/2))^2 + A^2})}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 45 \quad (2)$$

$$X1 = \frac{2\pi(\sqrt{(R-(B/2))^2 + A^2})}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 25.2 \quad (3)$$

$$X3 = \frac{2\pi(\sqrt{(R-(B/2))^2 + A^2})}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 25.2 \quad (4)$$

$$X2 = \frac{2\pi(R-(B/2))}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 41.5 \quad (5)$$

$$X2 = \frac{2\pi(R+(B/2))}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 18.4 \quad (6)$$

Как можно заметить, скорости для центральной оси транспортной платформы оказываются меньше, чем для крайних осей, благодаря этому передняя ось будет сильнее стремиться к центру, а задняя ось, наоборот будет сильнее стремиться от центра в сторону внешнего радиуса. За счёт данного эффекта возможно достижение плавного и быстрого движения транспортной платформы по требуемому радиусу, рисунок 3.

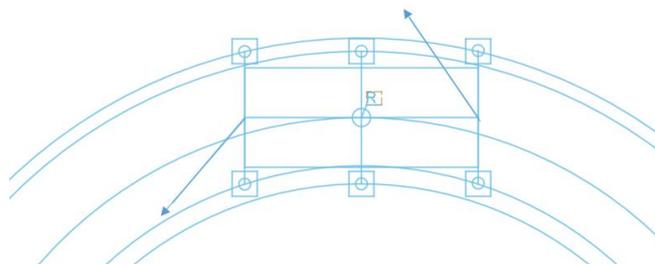


Рис. 3. Траектория движения транспортной платформы на разности скоростей мотор-колес

На основе предложенного варианта расчетов отдельной скорости вращения для каждого мотор-колеса, представим итоговый результат в виде результирующей блок-схемы, рисунок 4. Такое пред-

ставление позволяет эффективно внедрить предлагаемый вариант в программные алгоритмы микроконтроллера, предназначенного для управления синхронизацией работы тяговых электроприводов многоколёсной транспортной платформы с неповоротными колёсами [4].

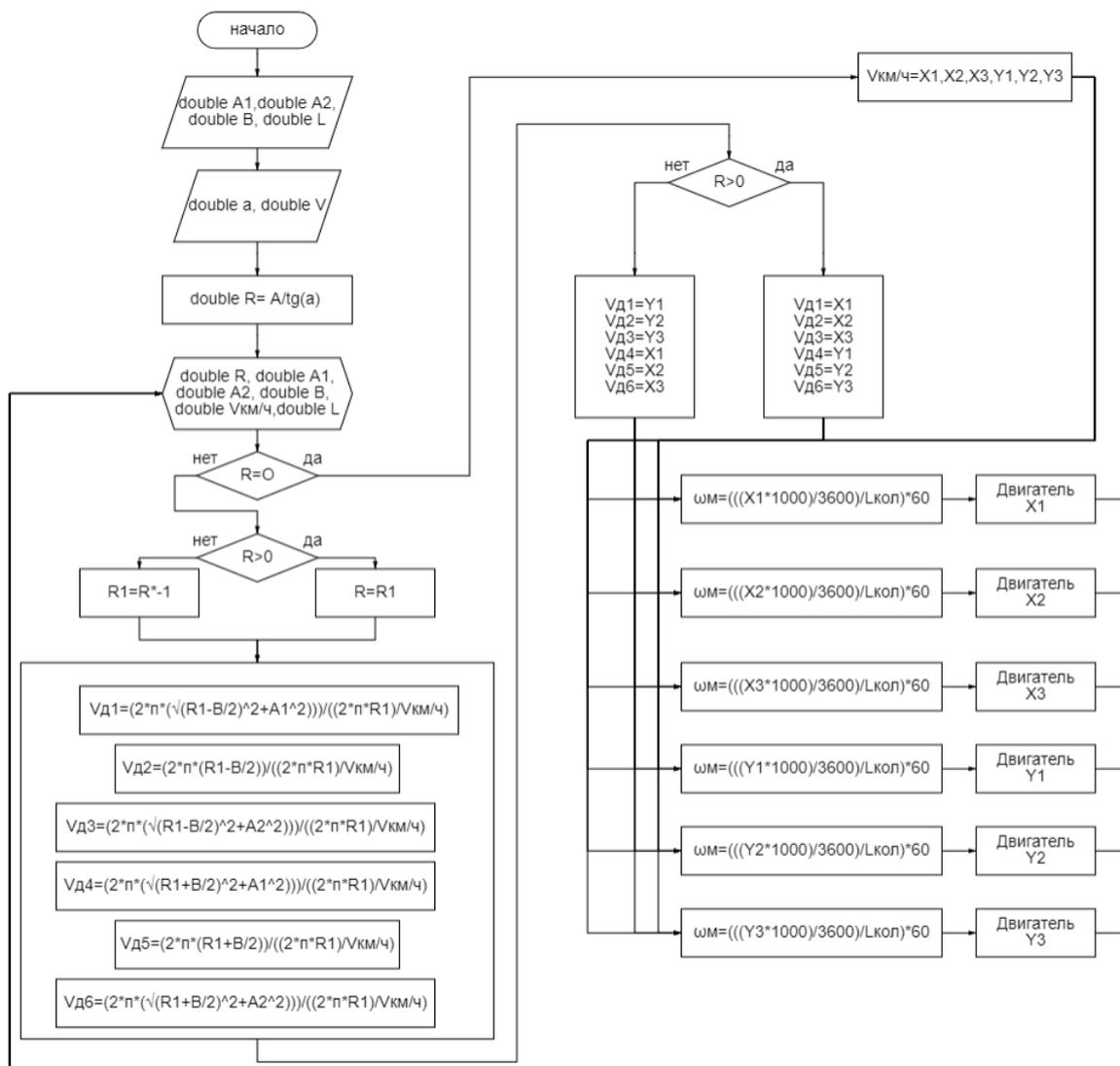


Рис. 4. Блок-схема расчёта скоростей для мотор-колес

## Заключение

Как можно видеть из представленных материалов, за счёт формирования отдельных скоростей вращения для каждого неповоротного мотор-колеса, многоколесная транспортная платформа при движении по траектории с произвольным радиусом может эффективно преодолевать повороты, приближаясь по качеству управления к транспортным платформам с поворотными колёсами.

## Список использованных источников

1. Управление движением робота по окружности [Электронный ресурс]. – URL: <https://legoteacher.ru/> (дата обращения: 05.04.2022).
2. Робот с манипулятором на Arduino [Электронный ресурс] URL: – <https://alexgyver.ru/armtank/> (дата обращения: 02.04.2022).
3. Расчет показателей устойчивости автомобиля по условию скольжения [Электронный ресурс] URL: <https://studfile.net/preview/6489290/page:5/> (дата обращения: 03.04.2022).
4. Вращательное движение [Электронный ресурс] – URL: [https://www.nivasposad.ru/school/homepages/be-lousova/2015-2016/konkurs/shebarshin\\_pavel\\_v/html/kinematikavrashenie.html](https://www.nivasposad.ru/school/homepages/be-lousova/2015-2016/konkurs/shebarshin_pavel_v/html/kinematikavrashenie.html) (дата обращения: 25.03.2022).