

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА КОРОТКОЙ БАЗЕ

Ярко проявляющаяся в настоящий момент тенденция развития транспортных средств – автоматизация функций управления ими, в частности, обеспечения автоматической стабилизации курса, крена и дифферента (опрокидывания). Объектом исследования явился созданный на кафедре «Колесных и гусеничных машин» ЭнМФ скутер (самодвижущееся малогабаритное персональное средство транспорта, используемое, например, в роли инвалидной коляски), с электроприводом, способный, в частности, преодолевать различные препятствия, при вертикальном положении водителя [1]. Очевидной, особенно в случае использования укороченной базы, является проблема опрокидывания, как при разгоне/торможении, так и при наезде на различные препятствия (пандус, бордюр и т.д.). Инновационность проекта заключается в новизне и уникальности, как самого объекта управления, так и синтеза регулятора. В частности, впервые поднят вопрос продольного опрокидывания транспортного средства.

Цель работы – создание алгоритма управления вертикальной стабилизацией шасси с укороченной базой.

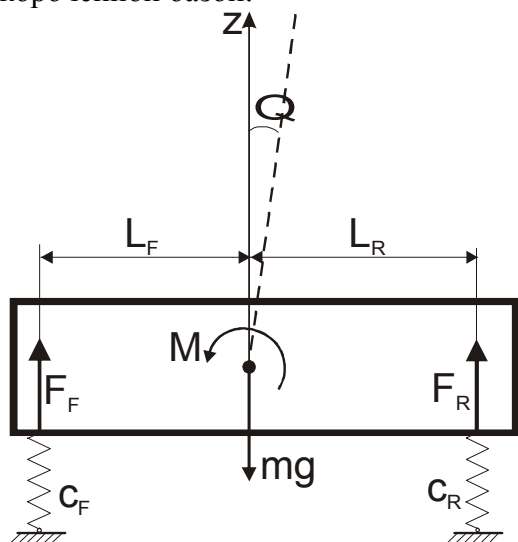


Рис. 1

Инструментом исследования и разработки является стандартная методология теории автоматического управления: моделирование, идентификация, синтез регулятора, оптимизация, программирование контроллера [2].

Результатом работы на настоящем этапе стала разработанная версия математической модели объекта управления.

Для первого приближения реальная физическая система была заменена структурной схемой, изображенной на рис. 1, на котором:  $z$  – координата точки центра масс,  $\Theta$  – угол, показывающий отклонение стойки от вертикального положения,  $M$  – момент, действующий на коляску при ускорении,  $J$  – момент инерции.

Для описания связи между координатами  $z$  и  $\Theta$  выбраны уравнения баланса сил и моментов

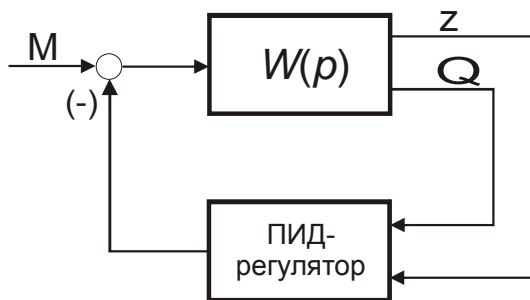


Рис. 2

$$m\ddot{z} = F_F + F_R - mg$$

$$J\ddot{\theta} = -F_F L_F + F_R L_R + M$$

В системе не все переменные являются независимыми, силы выражаются через перемещения и углы, оставляя экзогенной величиной лишь момент  $M$ . Полученные уравнения линейны, поэтому доступно их аналитическое решение.

Для проверки соответствия модели реальной системе и идентификации параметров была построена численная модель объекта в среде Simulink, позволяющая проводить различные эксперименты: разгонять или тормозить тележку, менять профиль дороги. В результате можно получить характеристики переходных процессов основных параметров системы: координаты  $z$ , угла  $\theta$ , и их производных. Отметим, что начало опрокидывания можно фиксировать по обнулению нагрузки на одну из осей.

В настоящее время проводятся эксперименты с реальным объектом. При подтверждении адекватности построенной модели предполагается синтез по ней регулятора обратной связи, имеющего, например, ПИД-структуру (см. рис. 2).

В данной модели управление осуществляется моментом, создаваемым двигателем. Выходными параметрами являются  $z$  и  $\theta$ . Для вертикальной стабилизации необходимо настроить ПИД-регулятор таким образом, чтобы параметры управления не превышали заданных ограничений.

Результат исследования – разработанная аналитическая и имитационная модель физического транспортного средства с учетом продольного опрокидывания, готовая для синтеза регулятора и внедрения на физическом объекте – колесном скутере “Slope” каф. КиГМ ЭНМФ.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. А.В.Васильев, А.Г.Семенов, А.Д.Элизов «Мобильные роботы: проект универсального шасси и робототехнического комплекса КоРСАР». Научно-технические ведомости СПбГПУ 1'2005 стр. 183-193.
2. А.А.Первозванский. Курс теории автоматического управления. М.: Наука, 1984.