

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Кочергина Евгения Александровна

студентка

Пуляк Дмитрий Николаевич

студент

Просоедов Роман Александрович

студент, научный сотрудник, ассистент

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный

университет» (НИУ)

г. Челябинск, Челябинская область

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОЙ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТОРМОЖЕНИЯ И АКТИВНОГО РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация: в данной статье приведено моделирование системы электронной курсовой устойчивости для грузового автомобиля с применением модели и результатов моделирования.

Ключевые слова: электронная курсовая устойчивость, грузового автомобиля, моделирование.

Последнее время количество аварийных ситуаций на дорогах увеличивается. Наиболее серьезные последствия случаются в ДТП с грузовыми автомобилями. Система электронной курсовой устойчивости (ЭКУ) позволяет удерживать траекторию движения и компенсировать ошибки водителя, нейтрализуя и исключая занос или опрокидывание.

Опираясь на статью [1], получим желаемые уравнения состояния:

$$\ddot{\psi} = - \left(\frac{a^2 C_{a1} + b^2 C_{a2} + c^2 C_{a3}}{V_x} \right) \dot{\psi} - (a C_{a1} - b C_{a2} - c C_{a3}) \beta + \frac{a C_{a1}}{J} \delta + \frac{1}{J} M_f + \frac{1}{J} M_z, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \beta}{\partial t} = \left(\frac{cC_{a_3} + bC_{a_2} - aC_{a_1}}{mV_x^2} - 1 \right) \dot{\psi} - \left(\frac{C_{a_1} + C_{a_2} + C_{a_3}}{mV_x} \right) \beta + \frac{C_{a_1}}{mV_x} \delta + \frac{g}{V_x} \sin(\phi). \quad (2)$$

Получим,

$$\dot{x} = Ax + Bu + Df, \quad (3)$$

где, $x = \begin{bmatrix} \dot{\psi} \\ \beta \end{bmatrix}$ – вектор переменных состояния,

$u = \begin{bmatrix} \delta \\ M_f \end{bmatrix}$ – вектор управляющего воздействия,

$f = \begin{bmatrix} \sin(\phi) \\ M_z \end{bmatrix}$ – вектор внешних возмущений.

Матрицы коэффициентов:

$$A = \begin{bmatrix} -\left(\frac{a^2 C_{a_1} + b^2 C_{a_2} + c^2 C_{a_3}}{V_x} \right) & -(aC_{a_1} - bC_{a_2} - cC_{a_3}) \\ \left(\frac{cC_{a_3} + bC_{a_2} - aC_{a_1}}{mV_x^2} - 1 \right) & -\left(\frac{C_{a_1} + C_{a_2} + C_{a_3}}{mV_x} \right) \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$B = \begin{bmatrix} \frac{aC_{a_1}}{J} & \frac{1}{J} \\ \frac{C_{a_1}}{mV_x} \delta & 0 \end{bmatrix}, D = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{J} \\ \frac{g}{V_x} & 0 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

Видно, что управлять вектором переменных состояния можно через рулевое управление и моментом, созданным дифференциальным торможением задних колес.

Получаем уравнение вектор рассчитанных состояний x_p :

$$x_p = \begin{bmatrix} \dot{\psi}_p \\ \beta_p \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Для уменьшения ошибки по углу скольжения и угловой скорости заведем обратные связи по этим состояниям, как показано на рисунке 1.

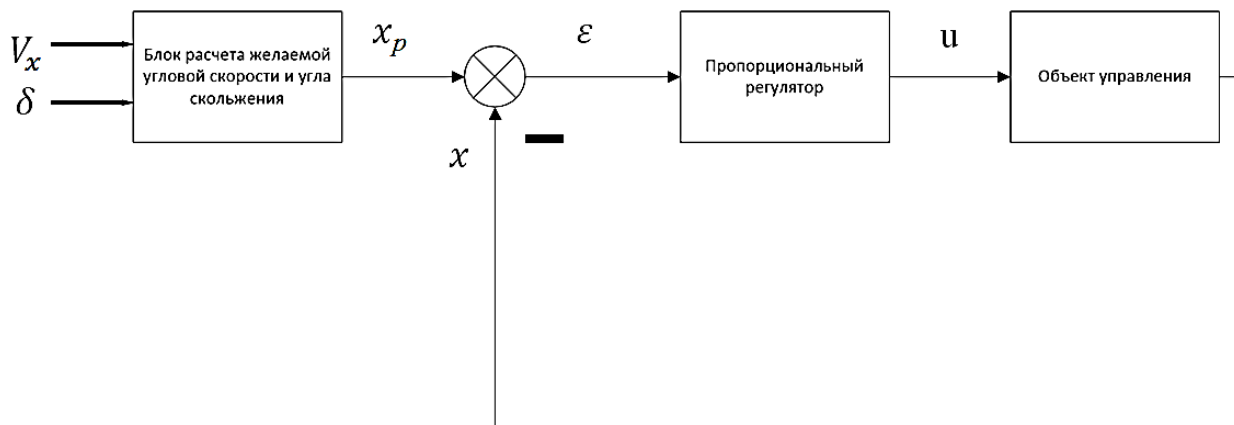


Рис. 1. Структурная схема системы курсовой устойчивости на основе дифференциального торможения и активного рулевого управления

При разработке данной системы получена схема моделирования

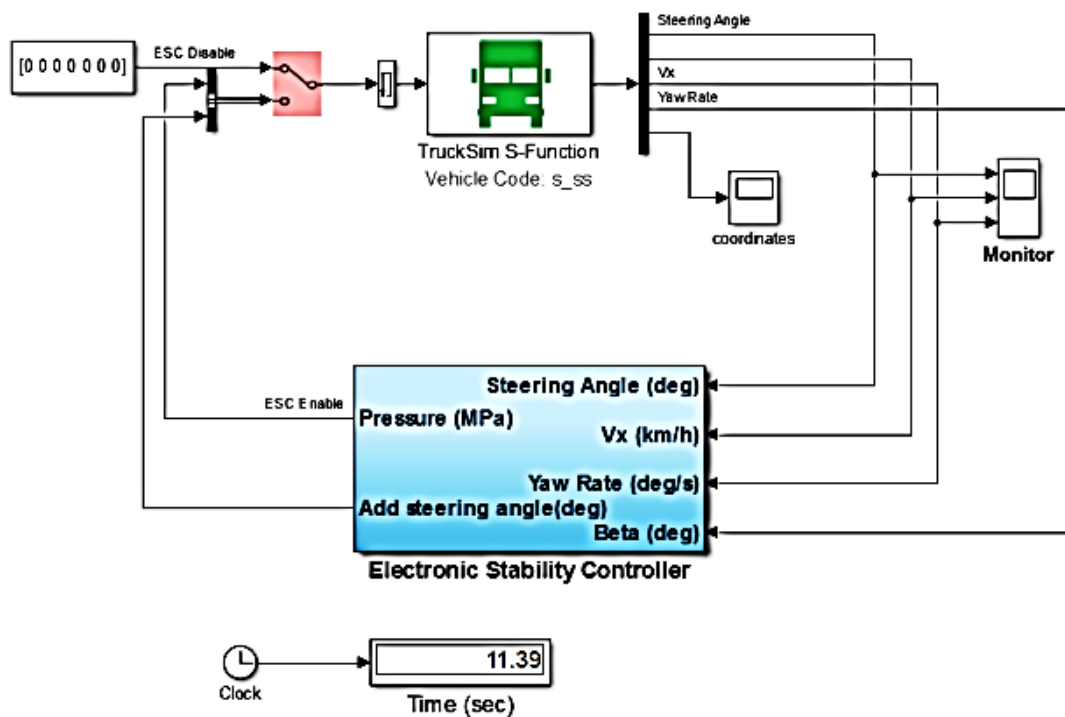


Рис. 2. Схема реализации системы курсовой устойчивости на основе управления дифференциальным торможением и активного рулевого управления в Simulink

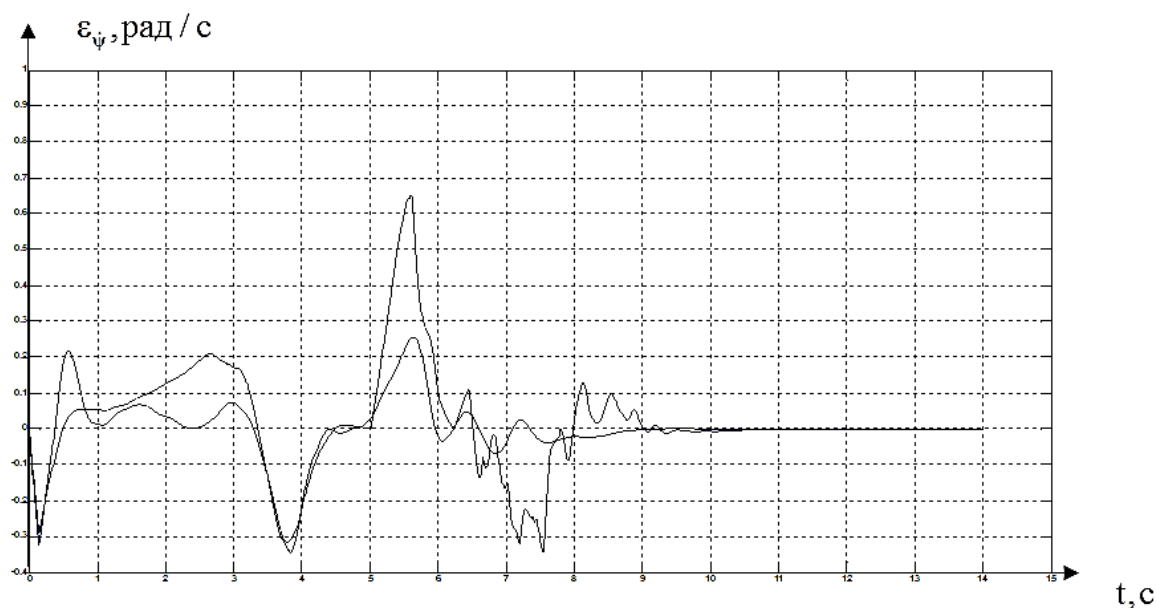


Рис. 3. Зависимость ошибки угловой скорости от времени при проведении маневра «двойная переставка». Зеленый цвет линии – ошибка с выключенной системой курсовой устойчивости. Синий цвет линии – ошибка с включенной системой курсовой устойчивости.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что действие полученных в ходе моделирования разновидностей систем курсовой устойчивости, приводит к положительному эффекту.

Список литературы

1. Просоедов Р.А. Математическое описание системы электронной курсовой устойчивости грузового автомобиля / Р.А. Просоедов, В.В. Коновалов, А.С. Гордеев // VI Международная научно-практическая конференция «Актуальные направления научных исследований: от теории к практике». – 2015. – Выпуск №4 (6). – С. 197–199.
2. Hossam R. Torque Control Strategy for Off Road Vehicle Mobility / R. Hossam. – Faculty of Engineering and Applied Science University of Ontario Institute of Technology Oshawa, Ontario, Canada, 2014.
3. Rajesh R. Vehicle Dynamics and Control / R. Rajesh. – University of Minnesota, USA 2006.