

УДК 629.03

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОМОЩИ ТРОГАНИЮ  
ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ AMESIM  
MODELING OF TRUCK HILL START ASSIST SYSTEM BASED  
ON AMESIM PLATFORM

Ле Ван Нгиа<sup>1</sup>, маг., Нгуен Чонг Хоан<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Университет Ханоя техники и науки, г. Ханой, Вьетнам

Le Van Nghia<sup>1</sup>, Master of technical Sciences,

Nguyen Trong Hoan<sup>2</sup>, PhD, Assoc. Professor.,

<sup>1</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Hanoi university of science and technology, Hanoi, Vietnam

*Аннотация. В работе приводится принципиальная схема системы помощи троганию (СПТ) на подъеме грузового автомобиля, а также моделирование СПТ на базе платформы AMESim для анализа переходных процессов при трогании автомобиля с места на подъеме.*

*Abstract. This report shows the principle schema of a hill start assist (HSA) system for trucks, as well as the modeling on the AMESim platform of HSA system for transient process analyzing when starting up truck on hill.*

*Ключевые слова: грузовой автомобиль, система помощи троганию, моделирование, AMESim.*

*Key words: truck, hill start assist system, simulation, AMESim.*

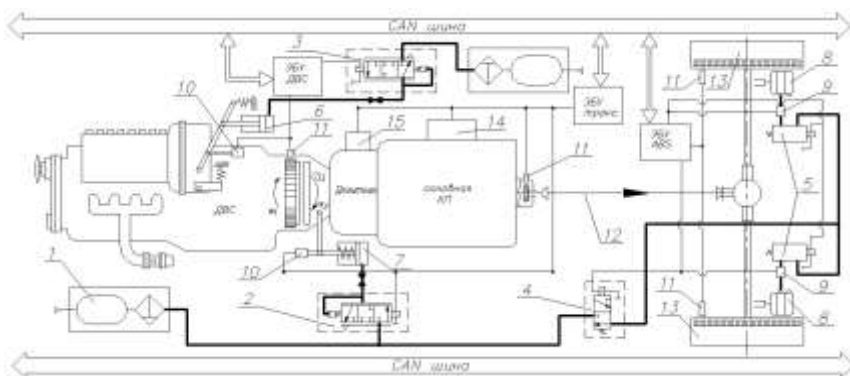
## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все большее развитие получает тенденция по автоматизации основных рабочих процессов автомобиля с целью снижения утомляемости водителя, повышения эксплуатационных свойств и безопасности движения автотранспортных средств. Одной из весомых стадий при управлении грузовым автомобилем является трогание на подъеме. Поэтому задачи автоматизации работы системы управления силовым агрегатом с функцией трогания с места на подъеме являются актуальными. В данной работе приведено мо-

делирование СПТ грузового автомобиля в AMESim для анализа переходных процессов и предсказания комплексного функционирования интеллектуальных систем на ранних стадиях проектирования.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Объектом исследования является грузовой автомобиль КамАЗ-5320 полной массой 20 т, включающий дизельный двигатель КамАЗ-740, сухое фрикционное сцепление (СЦ) и механическую 10-ступенчатую КП КамАЗ-14 с двухступенчатым делителем [1, с. 276]. В отличие от штатной конструкции, ДВС, СЦ, КП с делителем имеют электропневматический привод со своим исполнительным механизмом (ИМ) и управляются автоматически от ЭБУ. Управление давлением в тормозной камере при трогании грузового автомобиля с места происходит автоматически путем подачи сигнала на электромагнитные клапаны (ЭМК) пневматического модулятора АБС. Подробное описание мехатронной системы управления силовым агрегатом и тормозом грузового автомобиля и их алгоритм работы приведены в работах [1, 2].



1 – питающая часть пневмопривода; 2, 3 – пропорциональный ЭМК управления соответственно СЦ и ДВС; 4 – ЭМК тормозной системы; 5 – пневматический модулятор; 6, 7, 14 и 15 – ИМ соответственно ДВС, СЦ, КП и делителя; 8 – тормозная камера; 9 – датчик давления; 10 – датчик перемещения; 11 – датчик частоты вращения; 12 – карданный вал; 13 – ведущие колеса;  
Рисунок 1 – Принципиальная схема мехатронной системы управления силовым агрегатом и тормозом грузового автомобиля КамАЗ-5320

Моделирование СПТ выполнено на базе платформы AMESim, позволяющей обрабатывать комплексные алгоритмы управления узлами и агрегатами мобильных машин. Программный пакет AMESim представляет собой платформу одномерного моделирования механических, пневматических, гидравлических, электрических, электронных взаимодействий [3].

Модель СПТ грузового автомобиля в AMESim (рисунок 2) построена по модульному принципу и включает в себя субмодель дизельного двигателя, субмодель механической части трансмиссии и субмодель упрощенного тормозного привода.

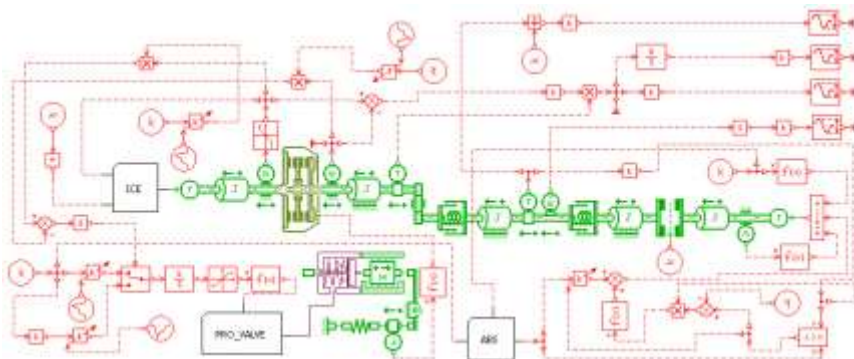
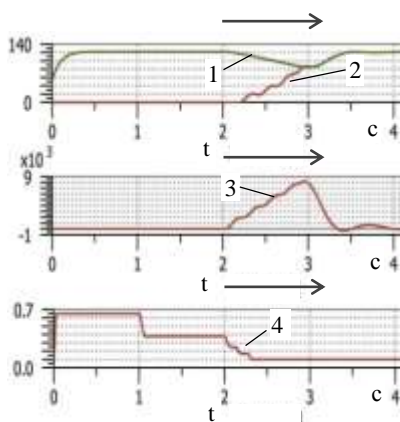


Рисунок 2 – Модель СПТ грузового автомобиля в AMESim

Дизельный двигатель КамАЗ-740.10 (блок ICE) моделируется по внешней скоростной характеристике [1, с. 109]. При моделировании механической части мехатронной системы управления силовым агрегатом используется традиционный метод парциальных систем. На основании принципиальной кинематической схемы силового агрегата исследуемого объекта была составлена 5-и массовая упрощенная динамическая система [1]. Механическая часть трансмиссии в модели AMESim идентична динамической модели и имеет аналогичные параметры. Основу аппаратной платформы привода управления сцеплением составляет пропорциональный ЭМК, контролирующей давление сжатого воздуха в рабочей полости силового пневмоцилиндра. Параметры пропорционального ЭМК такие, как индуктивность обмотки, диаметр и ход золотника и т.д. в модели (блок



1 и 2 – угловая скорость соответственно ведущей и ведомой частей ЦЦ, рад/с; 3 – крутящий момент на карданном валу, Н·м;

4 – давление в тормозной камере, МПа

Рисунок 3 – Результаты моделирования СПТ в AMESim

элементов соответственно равны  $13,5 \text{ Дж/см}^2$  и  $25,1 \text{ Вт/см}^2$ , коэффициент динамических нагрузок равен  $1,74$  и наибольшее значение производной продольного ускорения автомобиля равно  $19,5 \text{ м/с}^3$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенная модель СПТ грузового автомобиля в AMESim позволяет проанализировать переходные процессы при трогании на подъеме и предсказать комплексное функционирование мехатронных систем на ранних стадиях проектирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кусяк В.А. Проектирование автоматизированных мехатронных систем управления силовым агрегатом грузовых автомобилей и автопоездов / Кусяк В.А., Руктешель О.С. – Минск: БНТУ, 2015. – 295 с.

2. Ле Ван Нгиа Управление пневматическим модулятором АБС при трогании грузового автомобиля с места на подъеме без отката в

PRO\_VALVE) полностью соответствуют параметрам оригинала. При моделировании в программном пакете AMESim, пневматический модулятор АБС представлен в упрощенном виде с двумя ЭМК, работающими только на ON/OFF режиме (блок ABS) [2].

Результаты моделирование СПТ при трогании на подъеме  $10 \%$  полностью груженого грузового автомобиля представлены на рисунке 3. При этом оценочные показатели переходного процесса находятся в рекомендуемых пределах и составляют: удельная работа и мощность буксования фрикционных

Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО  
АВТОМОБИЛЕЙ»

автоматическом режиме работы силового агрегата / Ле Ван Нгиа // Механика машин, механизмов и материалов. – 2018. – № 2. – С. 31– 38.

3. Imagine.Lab AMESim: User manual version 4.1 // LMS Company Ltd, Germany, 2003. – P. 267.

Представлено 28.04.2019

УДК 629.114.2

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ  
CREATION OF DRIVER MODEL USING MACHINE  
LEARNING TECHNIQUES

Р.А. Семенов,

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

R. Siamionau,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Синтез комплексной компьютерной модели поведения водителя автомобиля, включающей в себя управляющий контур, основанный на ПИД регуляторе, и корректирующий контур, в котором используется обученная на эксплуатационных данных искусственная нейронная сеть.*

*Abstract. Designing of compound computer driver model, consisting of PID controller-based main control loop and auxiliary corrective control circuit that utilizes artificial neural network trained on operational data.*

*Ключевые слова: моделирование, автомобиль, водитель, синтез.*

*Keywords: simulation, car, driver, synthesis.*

## ВВЕДЕНИЕ

Компьютерное моделирование поведения автомобиля подразумевает использование одного из следующих наиболее распространенных управляющих контуров [1, с. 504]: логический; ПИД регулятор; системы нечеткой логики; искусственные нейронные.