

УДК 004.94

EDN [MZQDZB](#)



Системы-ассистенты для осуществления помощи выполнения маневра задним ходом, как способ уменьшения расхода топлива в рамках применения для автопоезда

Н.В. Петров*

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого,
ул. Большая Санкт-Петербургская, 41, г. Великий Новгород, 173003, Россия

*E-mail: fenrir09214576@gmail.com

Аннотация. В рассматриваемой статье представлен материал по исследованию возможности повышения экологичности каждой отдельной ездки подвижного состава путем применения систем-ассистентов для помощи в выполнении маневра задним ходом, так как именно при совершении данного маневра происходит большое количество водительских воздействий на систему тягач + полуприцеп с целью поиска правильного расположения относительно парковочного лота или зоны разгрузки для совершения маневра.

Ключевые слова: система-ассистент, маневр задним ходом, парковка, снижение выбросов, экологичность отдельных процессов.

Assistant systems for the implementation of assistance in performing a maneuver in reverse to reduce fuel consumption in the framework of application for a truck and semitrailer

N.V. Petrov*

Yaroslav the Wise Novgorod State University, 41 Bolshaya St. Petersburg Str., Veliky
Novgorod, 173003, Russia

*E-mail: fenrir09214576@gmail.com

Abstract. The article under consideration presents material on the study of the possibility of improving the environmental friendliness of each individual ride of rolling stock by using assistant systems to assist in performing the maneuver in reverse, since it is during this maneuver that a large number of driver influences on the tractor + semi-trailer system occur in order to find the correct location relative to the parking lot or unloading zone for the maneuver.

Keywords: assistant system, reverse maneuver, parking, emission reduction, environmental friendliness of individual processes.

1. Введение

На текущий момент большую популярность набирают исследования и разработки в области автономного грузового транспорта, позволяющие обезопасить и ускорить выполнение маневров, что в свою очередь позволит уменьшить время всей ездки и сократить общее число управляющих воздействий со стороны водителя по отношению к автопоезду. В данной статье рассматривается возможность повышения экологичности крупногабаритного ТС путем применения технологий ассистирования водителю для точности и четкости выполнения маневра задним ходом, так как при парковке, особенно при наличии недостаточного опыта, возникают определенные сложности, приводящие к частым перестановкам, возвращением на исходную позицию и т. д. Также стоит отметить, что при выполнении маневров на низких скоростях происходит большая трата топлива из-за повышенной частоты взаимодействия с органами управления заслонкой для изменения управляющего воздействия. Трата топлива при таком маневре пропорциональна производимым выхлопным газам, содержащих в своем составе большое количество токсичных и канцерогенных элементов, отрицательно влияющих на организм человека и окружающую среду (таблица 1).

Таблица 1. Состав выхлопных газов различных типов двигателя.

Наименование	Тип двигателя	
	Бензин	Дизель
N ₂ , об. %	74—77	76—78
O ₂ , об. %	0,3—8,0	2,0—18,0
H ₂ O (пары), об. %	3,0—5,5	0,5—4,0
CO ₂ , об. %	0,0—16,0	1,0—10,0
CO*, об. %	0,1—5,0	0,01—0,5
Оксиды азота, об. %	0,0—0,8	0,0002—0,5
Углеводороды, об. %	0,2—3,0	0,09—0,5
Альдегиды, об. %	0,0—0,2	0,001—0,009
Сажа, г/м ³	0,0—0,04	0,01—1,10
Бензпирен-3,4, г/м ³	10—20·10 ⁻⁶	10×10 ⁻⁶

2. Постановка задачи (Цель исследования)

В рамках данной статьи будет проанализирована система-ассистент для осуществления маневра задним ходом для автопоезда, как средство повышения экологичности при выполнении отдельных технологических операций.

3. Методы и материалы исследования

Основной используемый метод – информационно-аналитический, с применением результатов проведенных исследований [1, 2] методами компьютерного моделирования. Также используются материалы современных исследований по заданной тематике [3, 4], в т. ч. зарубежные [5].

4. Полученные результаты

В соответствии с поставленной задачей, было необходимо проанализировать траекторию движения автопоезда при выполнении маневра задним ходом, а также условия эксплуатации автопоезда в различных условиях. Для начала необходимо понять, какое управляющее воздействие производит водитель, осуществляя парковку автопоезда. Понятно, что при определенной скорости движения (например, на автостраде) расход топлива пропорционален пройденному пути, его можно рассчитать и заложить в смету, однако стоит отметить, что при маневрировании происходят кратковременные ускорения и замедления (с изменением передаточного отношения в коробке передач), обуславливающие изменение расхода (например, при обгоне). Аналогичная ситуация с ускорениями наблюдается при выполнении парковочного маневра задним ходом, в котором автопоезду сначала необходимо «сломавшись» завести полуприцеп в парковочный лот, а затем вывернув руль произвести завод тягача. Если таких попыток много, то каждый поворот рулевого колеса в момент парковки обуславливает необходимость наличия ускорения. Также, если маневр выполняется с нарушением угла складывания, то это может вызывать повышенное трение и износ. С учетом того, что на дорогах РФ широко распространено применение бывшей в употреблении техники, то классы экологичности двигателя могут достигать до Евро-3. ТС с таким классом экологичности вредит экологии с момента старта двигателя. В ситуации парковки происходит отравление окружающих рабочих погрузочно/разгрузочного пункта элементами, указанными в таблице 1, что

обуславливает необходимость повышения скорости и точности выполнения маневра, так как чем меньше времени уходит на парковку, тем экологичнее становится обстановка вокруг ТС для рабочих. Для этих целей была разработана математическая модель автопоезда, учитывающая кинематические и динамические особенности теории движения, указанная на рисунок 1, в рамках анализа траектории выполнения маневра и выявления зависимости повышенного расхода топлива от неправильного маневра.

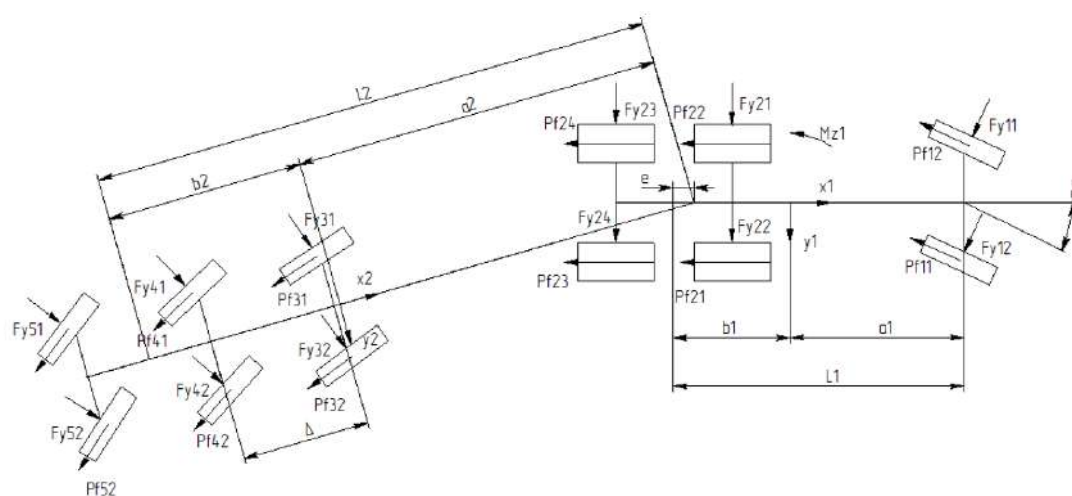


Рисунок 1. Схематичное представление математической модели автопоезда.

Исходя из рисунок 1, выведены уравнения кинематической связи тягача и полуприцепа, а также уравнения, описывающие движение автопоезда. Для кинематики возможно применение упрощенной модели – велосипедной. Экспериментально доказано, что применение одноколейной модели влияет на точность расчетов не более чем на 5% [7]. Разработанные математические модели были введены в систему быстрого прототипирования MATLAB, в которой были смоделированы условия работы для системы-ассистента, а также определены ограничения, обуславливающие применение алгоритма, описанного в [2], для обеспечения возможности построения траектории движения автопоезда, соблюдая которую водитель сможет без лишних корректировок производить выполнение маневра задним ходом в сложных транспортных условиях (рис. 2) с повышением скорости выполнения маневра на 30-40%.

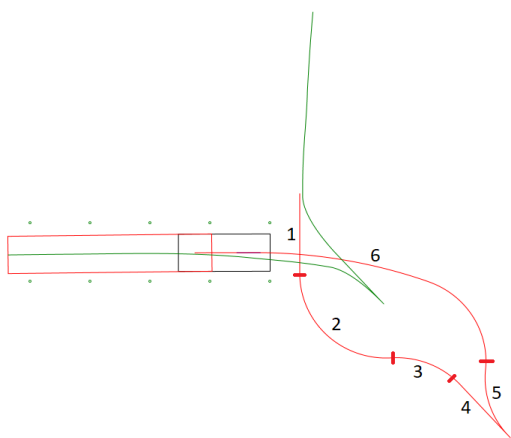


Рисунок 2. Результат компьютерного моделирования математической модели автопоезда с алгоритмом поиска пути.

5. Выводы

Таким образом, показано, что, применяя системы, позволяющие обезопасить и ускорить выполнение маневра задним ходом, возможно улучшить экологические особенности эксплуатации крупногабаритного ТС путем минимизации лишних корректирующих управляющих воздействий, вызывающих повышенный расход топлива, который, в свою очередь, обуславливает производство большего количества выхлопных газов, отрицательно влияющих на здоровье рабочих определенного предприятия и технологического процесса.

Список литературы

1. Петров, Н.В. Исследование сенсоров автономных и полуавтономных систем при эксплуатации грузового транспорта / Н. В. Петров, Д. А. Евстигнеев, Г. Д. Толстиков, В. В. Бурбах // Наука, технологии, общество - НТО-II-2022 : сборник научных статей по материалам II Всероссийской научной конференции, Красноярск, 28–30 июля 2022 года. – Красноярск: Общественное учреждение "Красноярский краевой Дом науки и техники Российского союза научных и инженерных общественных объединений". – 2022. – С. 223-228. – DOI 10.47813/nto.2.2022.5.223-228. – EDN AGXBQO;
2. Петров, Н.В. Исследование алгоритмов поиска пути в рамках применения для систем-ассистентов крупногабаритных транспортных средств / Н.В. Петров, Д.А. Евстигнеев // Chronos. – 2022. – Т. 7. – № 5(67). – С. 37-39. – EDN PZEWWO.

3. Иванов, Д.А. Системы безопасности движения коммерческих транспортных средств / Д.А. Иванов, Г.В. Добровольский, А.М. Абрамов // Автоматизация, мехатроника, информационные технологии: Материалы V Международной научно-технической интернет-конференции молодых ученых, Омск, 19 мая 2015 года. – Омск: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Омский государственный технический университет". – 2015. – С. 68-71. – EDN UXRGHL.
4. Абрамов, А.М. Управление динамикой движения седельных автопоездов / А.М. Абрамов // Транспорт Российской Федерации. – 2007. – № 9(9). – С. 70-73. – EDN JWYKBN.
5. González, D. A review of motion planning techniques for automated vehicles / D. González, J. Pérez, V. Milanés, F. Nashashibi // IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. – 2016. – Vol. 17(4). – P. 1135–1145.
6. Пат. 2604376 РФ, МПК7 В 62 D 13/00. Система управления длиннобазного автопоезда / А. М. Абрамов; No 94042808/11; заявл. 16.07.2015; опубл. 10.12.2016 Бюл.№34