

# **ОТЗЫВ**

## **официального оппонента**

на диссертацию **ЕНДАЧЕВА ДЕНИСА ВЛАДИМИРОВИЧА**  
**«Прогнозирование характеристик криволинейного движения**  
**беспилотного автомобиля»**, представленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – Колесные  
и гусеничные машины.

### **1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ**

Одним из важнейших направлений развития перспективной колесной техники является создание безэкипажных (беспилотных) наземных транспортных средств, предназначенных для выполнения широкого спектра как военных, так и гражданских задач. Актуальность данного направления обусловлена стремлением снизить потери в живой силе, компенсировать недостаточность личного состава в армейских подразделениях, минимизировать влияние «человеческого фактора» при управлении объектами различного назначения, повысить безопасность и энергоэффективность движения.

В настоящее время большое внимание уделяется разработке законов управления различными агрегатами и системами транспортных средств с целью исключения из этого процесса человека и как следствие повышения эффективности функционирования объекта в целом. Создание комплексной системы управления автономным движением колесного транспортного средства, затрагивающей трансмиссию, тормозную систему, рулевое управление, а также ряд других специальных систем, представляется актуальной научной задачей, имеющей практическую значимость. В то же время в настоящее время не существует эффективных методов, позволяющих разработчикам определять требования к системам управления автономным движения транспортных средств на стадии их проектирования, и тем самым обеспечивать требуемый уровень безопасности.

В этой связи, работа Ендачева Д.В., направленная на обеспечение безопасности движения беспилотных транспортных средств в заданной внешней среде за счет выбора рациональных параметров систем управления движением на стадии проектирования, является весьма актуальной.

Для реализации поставленной цели автором работы сформулированы шесть основных задач, решение которых отражено в основных выводах и результатах, представленных в разделе «Заключение».

## **2. НАУЧНАЯ НОВИЗНА И ДОСТОВЕРНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Научная новизна.** В целом сформулированная научная новизна отражает суть достигнутых автором диссертации результатов и содержит отличия от ранее выполненных работ в обозначенной области исследования.

**Достоверность исследований.** При участии автора работы выполнен достаточно большой комплекс исследований с использованием численных методов моделирования движения беспилотного автомобиля с учетом особенностей системы управления движением. Экспериментальные исследования проведены с использованием современных методов испытаний автомобильной техники на устойчивость и управляемость при установившемся криволинейном движении и при движении по переходным траекториям. В качестве объекта исследований выбрано беспилотное транспортное средство, созданное в ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» на базе серийного автомобиля «LADA-Kalina».

## **3. ЦЕННОСТЬ ДЛЯ НАУКИ И ПРАКТИКИ**

Научная ценность работы заключается в том, что на основании комплекса экспериментальных и теоретических исследований предложен метод выбора рациональных параметров систем управления движением

беспилотными ТС, позволяющий определить границы безопасного выполнения маневров на стадии проектирования техники.

Практическая ценность работы состоит в том, что автором диссертации на основе результатов выполненных исследований для практического использования при разработке систем управления движением беспилотным ТС создан комплекс программ для ЭВМ. Использование комплекса позволяет имитировать динамику беспилотного ТС и проводить оценку влияния времени задержки срабатывания системы управления на безопасность движения в различных дорожных условиях, в результате чего возможно обосновано подходить к формированию технических требований к системам управления движением, что позволяет обеспечить безопасность при эксплуатации беспилотных ТС. Полученные в работе результаты использованы при создании беспилотного ТС на базе серийного автомобиля «LADA-Kalina».

Согласно тексту автореферата (стр. 5) результаты работы внедрены в ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», специализирующемся, в том числе, на разработке роботизированных транспортных систем, в НИИ СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана и используются в учебном процессе при подготовке инженеров на кафедре СМ-10 «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Результаты диссертационного исследования являются частью материалов работы, выполняемой в рамках ПНИ ГНЦ ФГУП «НАМИ» при финансовой поддержке Минобрнауки России (соглашение №14.625.21.0006).

Работа прошла значительную апробацию на научно-исследовательских конференциях и семинарах, в том числе и на международных.

Таким образом, диссертация и результаты исследования Д.В. Ендачева имеют существенное значение для науки и практики.

## **4. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ И ЕЕ ЗАВЕРШЕННОСТИ**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 93 источников. В тексте диссертации приведены также акты о внедрении результатов работы.

Список опубликованных автором работ по теме диссертационного исследования достаточен и содержит 10 позиций, в том числе 8 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат в целом отражает материалы диссертации.

Диссертация отличается логичностью построения и хорошим стилем изложения, написана грамотным техническим языком, аккуратно оформлена, достаточно иллюстрирована и по этим признакам отвечает предъявляемым требованиям.

Основные выводы соответствуют содержанию диссертации.

## **5. ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИИ**

1. На стр. 158 текста диссертации в разделе «Условия и методики проведения эксперимента» автор отмечает, что, что скорость движения при выполнении маневра «Движение по заданному радиусу» составляла 3, 5 и 10 км/ч. В выводах по разделу 4 отмечается, что на основании сравнения результатов экспериментов с расчетными данными, можно судить об адекватности разработанной математической модели и пригодности ее для прогнозирования характеристик криволинейного движения. Вместе с тем, скорости движения при проведении виртуальных испытаний совсем иные (предельные). В этой связи вывод о том, что модель пригодна для более широко круга задач, чем выполнено при натурном эксперименте, не совсем правомочен.

2. В работе достаточно формально представлены математические модели работы датчиковой аппаратуры и исполнительных механизмов. Интегральное время задержки, безусловно, определенным образом учитывает их характеристики, однако подробное математическое описание работы этих элементов значительно расширило бы содержательную часть работы.
3. Система уравнений (2.30) (стр. 88) дублирует систему (2.25), представленную на стр. 84. Дополнительно можно отметить, что в блок-схемах, иллюстрирующих программную реализацию математической модели, формулы для учета момента сопротивления повороту обнаружить не удалось.
4. В работе нет обоснования выбора маршрута движения (трассы), представленного на стр. 140-144. Возможно, следовало бы прогнозировать характеристики при движении в типовых городских условиях. Необходимо более конкретно определить целевое назначение объекта исследований.
5. В работе присутствуют орфографические и грамматические ошибки, а также недочеты, связанные с оформлением иллюстраций. Однако следует признать, что их число невелико.

## **6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Диссертация Ендачева Д.В., представленная к соисканию ученой степени кандидата технических наук, соответствует научной специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины».

Основные результаты исследований достаточно полно опубликованы в трудах автора и апробированы на научных конференциях.

Диссертация обладает научной новизной, практической ценностью, подкрепленной актами внедрения. Основные положения научной новизны нашли отражение в выводах диссертационного исследования.

В целом рассматриваемая диссертация является завершенной квалификационной научно-исследовательской работой, выполненной лично автором, в которой решена актуальная научная задача обеспечения

безопасности движения беспилотных АТС в заданной внешней среде за счет выбора рациональных параметров систем управления движением на стадии проектирования, имеющая важное прикладное значение. Несмотря на сделанные замечания, можно заключить, что достоверность выводов базируется на теоретических разработках, данных имитационного моделирования и результатах экспериментов.

По совокупности проведенных исследований и полученных результатов диссертационная работа отвечает требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ендачев Денис Владимирович, за решение задачи повышения безопасности движения беспилотных транспортных средств во внешней среде за счет выбора необходимых и достаточных параметров систем управления движением на стадии проектирования, имеющей значение для развития автомобилестроения в целом и обеспечения обороноспособности страны, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины».

Официальный оппонент – доктор технических наук (05.05.03) профессор кафедры «Колесные машины» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», 105005, г. Москва, 2-ая Бауманская ул., д. 5, стр.1 тел. (499) 263-61-40, e-mail: gvas@mail.ru, gorelov\_va@bmstu.ru



Горелов Василий  
Александрович

07.11.2016



ВЕРНО:  
ЗАМ. НАЧАЛЬНИКА УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ  
МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

А.Г. МАТВЕЕВ