

Диссертационный совет 212.298.09  
при ФГАОУ ВО «Южно-  
Уральский государственный  
университет (национальный  
исследовательский университет)»  
454080, г. Челябинск, пр. им.  
В. И. Ленина, 76.

## ОТЗЫВ

официального оппонента д-ра техн. наук Неволина Дмитрия Германовича  
на диссертационную работу Аллюкова Александра Сергеевича  
«Снижение динамической нагруженности транспортного средства  
за счет использования регулируемой подвески», представленную  
на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины»

Одним из актуальных направлений повышения конкурентоспособности отечественной автомобильной промышленности является улучшение эксплуатационных свойств производимых транспортных средств. Регулируемая подвеска обладает потенциальными возможностями согласования противоречивых по своей природе групп эксплуатационных свойств. К первой группе относят управляемость, устойчивость, безопасность движения. Ко второй группе – комфортабельность, плавность хода транспортного средства. В конструкциях регулируемой подвески обычно применяются упругие элементы с существенно нелинейной рабочей характеристикой, а также регулируемые амортизаторы, позволяющие реализовывать семейство диссипативных характеристик. В связи с этим, оценка динамической нагруженности транспортного средства с регулируемой подвеской требует применения уточненных математических моделей. Диссертационная работа Аллюкова Александра Сергеевича, в которой предлагается новый подход к снижению динамической нагруженности транспортного средства за счет использования регулируемой

подвески, уточнения описания рабочих ее характеристик является, несомненно, **актуальной**.

Работа выполнена при поддержке грантов Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках госзадания «Теория управления – адаптивная подвеска транспортного средства» (шифр проекта 9.700.2016/2.2), Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках госзадания: «Развитие теории решения нестационарных задач нелинейной динамики связанных систем упругоподатливых гидродинамических трибо-сопряжений» (шифр проекта 9.7881.2017/БЧ), «Теория управления – адаптивная подвеска транспортного средства» (шифр проекта 9.12812.2018/12.2), что также **подтверждает актуальность** темы исследований.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка из 151 наименований, изложена на 151 странице, включает 59 рисунков. В приложениях приведены текст программы на языке MATLAB, блок-схема программы в программной среде компьютерного моделирования SIMULINK и акты внедрения.

**Во введении и первой главе** приводятся основные сведения о конструкции подвески, выполняется анализ современного состояния вопроса использования адаптивной подвески в конструкции транспортного средства, рассматриваются существующие подходы к математическому моделированию транспортных средств для оценки динамической нагруженности, обосновывается постановка задач и основных направлений исследования.

Вторая, третья и четвертая главы составляют основной теоретический раздел диссертации. **Во второй главе** приводятся разработанные автором математические модели упругого элемента регулируемой подвески с нелинейной рабочей характеристикой в классе функций, аналитических во всем замкнутом диапазоне деформации подвески; регулируемых амортизаторов в классе функций, аналитических во всем замкнутом скоростном диапазоне; расчетная схема и математическая модель транспортного средства с регули-

руемой подвеской. Приводится сравнительный анализ методов аппроксимации рабочих характеристик упругого элемента подвески.

**Третья глава** посвящена экспериментальным исследованиям. Приводятся результаты дорожных испытаний для проверки разработанной математической модели транспортного средства. Автор рассматривает типовую задачу проезда через волнообразные искусственные неровности различного профиля на различных скоростях при загрузке транспортного средства в 2 и 5 человек. Теоретические и экспериментальные результаты показали хорошее соответствие, различаются не более чем на 12 %. Далее, автором проведено экспериментальное определение рабочих характеристик элементов исследуемой конструкции регулируемой подвески. Полученные данные были использованы при составлении математических моделей, используемых в следующей главе. Также в работе рассматривается проведение стендовых испытаний исследуемой регулируемой подвески. Показано, что применение регулируемой подвески может позволить в 1,6 раз снизить максимальную амплитуду вертикальных перемещений подрессоренной массы, и в 1,5 раза снизить динамические нагрузки. Кроме того, удастся избежать отрыва колеса от опорной поверхности, что приводит к значительному улучшению эксплуатационных свойств транспортного средства.

**В четвертой главе** сформулирована оптимизационная задача снижения динамической нагруженности транспортного средства с регулируемой подвеской, представлена методика и пример оценки динамической нагруженности.

**Научная новизна** диссертации заключается в разработке подходов к составлению математических моделей элементов регулируемой подвески в классах функций, аналитических в замкнутых диапазонах изменения зависимых переменных, разработки расчетной схемы и математической модели транспортного средства, включающих указанные выше модели элементов адаптивной подвески.

**Практическая ценность** заключается в возможности снижения динамической нагруженности транспортного средства с помощью разработанных программ, в возможности использования полученных результатов для проектирования транспортных средств с регулируемой подвеской на основе предложенного подхода к оценке динамической нагруженности. Результаты, полученные в рамках диссертационного исследования, внедрены в ПАО «Курганский машиностроительный завод», г. Курган; АО «Автомобильный завод УРАЛ», г. Миасс; в учебный процесс ФГАОУ ВО «ЮУрГУ» (НИУ), г. Челябинск в рамках дисциплины «Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования» направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

**Достоверность результатов** теоретического раздела диссертации обеспечивается: применением методов теории механизмов, машин, движения колесных машин, теоретической механики, математики и математического моделирования; корректностью постановки задач и принятых допущений; применением современных программных средств Matlab/Simulink, а также совпадением теоретических и экспериментальных результатов. Достоверность экспериментальных результатов обеспечивается применением хорошо апробированной экспериментальной аппаратуры, статистических методов и современных компьютерных программ.

**Степень обоснованности** научных положений, выводов и рекомендаций диссертации высокая, она обеспечивается применением современных методов исследования, подтверждается результатами экспериментов. Научные положения работы, выводы и практические рекомендации, сформулированные автором, логичны, аргументированы и не противоречат мировым тенденциям развития методов исследования динамики транспортного средства с регулируемой подвеской

**Полнота изложения материалов диссертации в публикациях.** Основное содержание результатов диссертации опубликовано в 21 печатной ра-

боте, из них 4 статьи в российских журналах, рекомендуемых ВАК, 17 работ в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, в том числе 1 статья в журнале Top-25% Scopus, 3 статьи в журналах Top-50 % Scopus. Материалы диссертации многократно докладывались и обсуждались на всемирных конгрессах, международных и российских конференциях, что подтверждает их хорошую апробацию. Публикации достаточно полно отражают сущность проведенных исследований и личный вклад автора.

Диссертация оформлена согласно существующим требованиям и написана грамотным научным языком. Материал излагается в логической последовательности, содержит необходимые формулы и иллюстрации для его понимания.

Автореферат отражает основные положения диссертации.

*Замечания по содержанию материала диссертации:*

1. Не указаны параметры датчиков и электродвигателя, установленных на стенде «Система управления адаптивной подвеской» (раздел 3.4).
2. На рисунке 3.13 не указаны значения управляющих токов, соответствующих приведенным диссипативным характеристикам.
3. Автор не всегда четко аргументирует сравнительную оценку полученных результатов. Например, он пишет: «...отклонение полученной по методу 3 зависимости от реальной характеристики жесткости упругого элемента подвески в местах перехода на прямолинейные участки является существенным» (с. 66), «..метод 5 показывает хорошее приближение кусочно-линейной зависимости» (с. 67), не указывая конкретных величин сравнительной оценки.

Отмеченные недостатки **не являются принципиальными**. Диссертационная работа в целом производит хорошее впечатление, в ней достигается поставленная соискателем цель исследования и выполняются запланированные задачи.

### Заключение

Диссертационную работу Аллюкова Александра Сергеевича можно характеризовать как самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной задачи снижение динамической нагруженности транспортного средства за счет использования регулируемой подвески.

Результаты работы соответствуют п.2, 4, 5 паспорта специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины».

Диссертационная работа Аллюкова А.С. соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины».

Профессор, зав. кафедрой  
«Проектирование  
и эксплуатация автомобилей»  
ФГБОУ ВО УрГУПС,  
доктор технических наук, с.н.с.

Неволин Дмитрий Германович

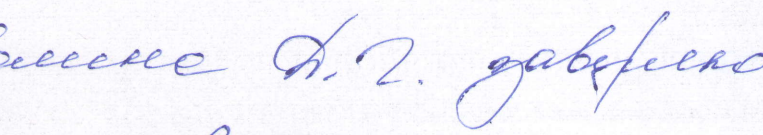

2 декабря 2020 г.

Шифр специальности: 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая, строительная)» (технические науки).

[innotrans@mail.ru](mailto:innotrans@mail.ru)

8 (343) 221-24-44

Адрес: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС), 620034, г.Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66.

*Подпись*   
  
Н. А. Загирова  
*02.12.2020*