

Отзыв научного руководителя
о работе Чаплыгина Антона Владимировича над диссертацией, представленной
к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины»

Диссертация Чаплыгина А.В. на тему «Улучшение наблюдаемости параметров движения автомобиля в системах активной безопасности» посвящена вопросам косвенной идентификации динамических параметров автомобиля, информация о которых необходима для работы систем активной безопасности (САБ), но не может быть получена путем прямых измерений в силу отсутствия соответствующих датчиков в бортовой сенсорной системе. Данная тематика приобрела актуальность еще при создании первых образцов антиблокировочных систем (АБС). По мере появления новых типов САБ число неизмеряемых переменных, необходимых для их функционирования и обеспечения эффективности, увеличивается, в связи с чем актуальность систем косвенных измерений повышается.

Проведенный анализ исследований и разработок в предметной области позволил выявить недостатки существующих алгоритмов идентификации параметров движения автомобиля и сформулировать требования к новым алгоритмам, которые устраняют эти недостатки и обеспечивают улучшение качества информации, получаемой системами активной безопасности.

На основании сформулированных требований, а также анализа состава измеряемых и неизмеряемых переменных и возможностей для расчетной оценки последних автором диссертации была разработана новая архитектура системы идентификации, комбинирующая доступные на борту автомобиля средства измерений, математическую модель динамики автомобиля и основанные на этой модели средства коррекции сигналов, называемые наблюдателями. Ключевой особенностью предложенного алгоритма идентификации параметров курсового движения автомобиля является использование модели динамики с нелинейными характеристиками сцепления шин и коррекции переменных с помощью сигматочечного фильтра Калмана. Данным алгоритмом оцениваются такие неизмеряемые переменные, как углы бокового увода и коэффициенты бокового сцепления. Разработанный алгоритм идентификации параметров продольной динамики автомобиля основан на уравнении вращательной динамики колеса и ее кинематических связях с уравнением движения автомобиля. Для оценки продольного коэффициента сцепления используются значение крутящего момента на колесе и отклонение расчетной угловой скорости колеса от ее измеренного значения, компенсируемое нелинейным наблюдателем на основе

скользящего режима. Кроме коэффициента продольного сцепления идентифицируются скорость автомобиля и проскальзывание колес. Научную новизну работы также составляет наблюдатель продольного угла наклона дороги, основанный на дискретно-накопительном методе с использованием информации, получаемой от наблюдателя продольной динамики автомобиля, и измерений бортового акселерометра.

Отдельно следует обратить внимание на предложенный диссертации оригинальный алгоритм идентификации характеристик сцепления шин. Он основан на накоплении данных, передаваемых наблюдателями параметров движения автомобиля, и последующей их аппроксимации с помощью нелинейной модели шины, коэффициенты которой определяются путем решения задачи оптимизации посредством градиентного метода. Алгоритм обладает прогностическими свойствами, позволяя реконструировать полную характеристику сцепления, имея данные только в области относительно малого проскальзывания или увода. В результате САБ обеспечиваются оценкой максимального коэффициента сцепления до момента его фактического достижения.

Разработанные алгоритмы идентификации были реализованы аспирантом в программном виде и адаптированы в составе экспериментальной системы сенсорного обеспечения автомобиля. Их исследование было выполнено посредством экспериментов, в которых аспирант принимал активное участие. Испытания автомобиля проводились в летнее и зимнее время на опорных поверхностях с различным уровнем сцепления шин: асфальт, мокрый базальт, снег, лед. Маневры выполнялись на различных скоростях движения с изменяющимися проскальзыванием и уводом колес – вплоть до буксования, сносов и заносов. Сравнение результатов идентификации с контрольными измерениями позволило подтвердить точность косвенных оценок параметров движения, а также точность прогноза характеристик сцепления. Использование уточненных данных и прогноза максимального коэффициента сцепления было исследовано на примере работы АБС и показало снижение тормозного пути автомобиля.

По итогам проведенной работы следует отметить высокую исследовательскую и профессиональную заинтересованность аспиранта, а также творческий подход в выполнении задач исследования.

А.В. Чаплыгин закончил факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника» МГТУ им. Н.Э. Баумана в 2017 году, защитив выпускную работу по тематике обработки информации измерительных систем. По окончании

университета начал профессиональную деятельность в области беспилотного автотранспорта в ИЦ «КАМАЗ-Сколково». С 2018 года работает и учится в аспирантуре во ФГУП «НАМИ». За время работы принял активное участие в трех научно-исследовательских проектах, в которых нашли применение результаты исследований и разработок, выполненных для написания диссертации.

В процессе работы над диссертацией опубликовано 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК (в том числе входящих в базу Scopus). Аспирант выступил с докладами на 3 научно-технических конференциях, а также принял участие в конкурсе аспирантов и молодых специалистов МАНФ&АВТОНЕТ-2020, представляя коллектив научно-технического проекта, который по итогам конкурса занял 1-е место.

Считаю, что представленная диссертация является законченной работой, которая имеет научную и практическую ценность и соответствует Положениям ВАК, а ее автор, Чаплыгин Антон Владимирович, достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины».

25 мая 2022 г.

Научный руководитель,
кандидат технических наук,
заведующий сектором
центра «Энергоустановки»
ФГУП «НАМИ»

И.А. Куликов

Подпись научного руководителя удостоверяю.

Ученый секретарь
Научно-технического совета ФГУП «НАМИ»,
кандидат технических наук
Р.Г. Мухаметзянов

