Отзыв

На автореферат диссертации **Маликова Рамиля Раильевича** на тему «Разработка методики исследования влияния характеристик тяговой аккумуляторной батареи на эксплуатационные свойства электрифицированного транспортного средства», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – "Наземные транспортно-технологические средства и комплексы".

1. Соответствие диссертации отрасли наук и паспорту специальности, по которым она представлена к защите.

Объект исследования – электрическое транспортное средство и предмет исследования – его эксплуатационные свойства свидетельствуют о том, что представленная к защите диссертация соответствует отрасли технических наук и паспорту специальности 2.5.11 «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

2. Актуальность темы диссертационного исследования.

Электрические транспортные средства с батарейным питанием в настоящее время получают все большее распространение. Наиболее актуальны они для перевозок пассажиров в крупных городах, поскольку способствуют улучшению экологии в них, а также их меньшие суточные пробеги по сравнению с транспортными средствами для междугородних и международных перевозок позволяют на них применить тяговые аккумуляторные батареи с приемлемыми массогабаритными показателями. Однако вопросы адекватного выбора мощностных параметров тяговой аккумуляторной батареи для пассажирских транспортных средств большого класса проработаны в литературе недостаточно, поскольку требуют учета энергии затрачиваемой не только на движение самого транспортного средства, но и на поддержание комфортабельного теплового режима в салоне и необходимого теплового режима самой тяговой аккумуляторной батареи. В соответствии с вышесказанным, исследования, направленные на выявление и анализ взаимосвязи между тягово-скоростными, тепловыми и электрическими параметрами пассажирских транспортных средств с батарейным питанием всегда остаются актуальными.

3. Научная новизна работы состоит в разработке комплексной математической модели процесса движения электрических транспортных средств с батарейным питанием, отличающейся совместным учетом затрат энергии на поддержание необходимого теплового режима самой тяговой аккумуляторной батареи и пассажирского салонна, что позволило получить регрессионное управление для расчета удельного расхода электроэнергии электробусом в реальных условиях эксплуатации, позволившее создать и впервые научно обосновать инженерную методику выбора тяговой

аккумуляторной батареи для пассажирских транспортных средств с полной массой от 4,5 до 28 тонн на начальных этапах их проектирования.

4. Практическая ценность работы состоит в разработке и внедрении в ООО «Инновационный центр «КАМАЗ», передовую инженерную школу и учебный процесс кафедры «Наземные транспортные средства» ФГАОУ ВО «Московского политехнического университета» математических моделей и расчетных методик, позволяющих выполнять количественный анализ влияния характеристик тяговой аккумуляторной батареи на мощностные эксплуатационные параметры пассажирских электробусов со средней нормированной потребностью не более 7.3%, и на температурные показатели с погрешностью не более 1,52% по сравнению с экспериментальными данными, а также позволяющих решать обратную задачу выбора и сравнительного анализа различных вариантов тяговых аккумуляторных батарей для вновь проектируемых электробусов на основе заданных технических требований заказчика по величине запаса хода, температурно-климатическим условиям эксплуатации и массе транспортного средства.

5. Замечания.

По тексту представленного автореферата следует отметить следующие замечания:

5.1. На странице 13 автореферата на рисунке 3 употреблен термин «Метаболическая нагрузка», однако определение и содержание этого термина в тексте автореферата не раскрыты;

5.2. В последней строке на странице 14 автореферата указано, что максимальная температура окружающей среды принималась равной +10°С, что явно занижено по сравнению с действительностью в летнее время года;

5.3. В полученной автором диссертации регрессионном уравнении (9) на странице 14 автореферата наибольший и наименьший коэффициенты отличаются по абсолютной величине более чем в 10000 раз. Это говорит о том, что автор диссертации не проводил проверку коэффициентов уравнения регрессии (9) на их статистическую значимость, которая позволила бы отбросить слишком малые статистические незначимые коэффициенты и оставить в математической модели удельного расхода электроэнергии только статистически значимые факторы и их взаимодействия;

5.4. Предоставленная на страницах 11-13 автореферата математическая модель процесса движения электрического транспортного средства учитывает его скорость движении и уклон дороги, от максимальных значений которых в значительной степени зависит удельный расход энергии на движение, однако в регрессионное уравнение (9) в качестве входных переменных эти факторы почему-то автором диссертации не были введены;

5.5. На странице 24 автореферата отмечается, что представленные методики расчета позволяют оценить эффективность рекуперативного торможения электробуса, однако в представленных на страницах 10-15 автореферата математических моделях отсутствует математическое описание процесса рекуперации электрической энергии в тяговую аккумуляторную батарею при торможении электробуса;
5.6. Из автореферата не ясно, учитывался ли в математических моделях расход электроэнергии на работу электродвигателей компрессора пневмосистемы и усилителя рулевого управления, а также на внешнее и внутреннее освещение, и если учитывался, то каким образом;
5.7. На странице 15 во второй строке снизу автореферата упоминается, что экспериментальные исследования электробуса проводились при движении по маршруту № 911, в то время как моделирование удельного расхода электроэнергии осуществлялось при движении по маршруту №189, что не позволяет корректно сопоставить результаты моделирования и эксперимента;
5.8. На странице 20 автореферата в восьмой строке таблицы 1 используется термин «пропускная способность тяговой аккумуляторной батареи», однако определение и содержание этого термина в тексте автореферата не раскрыты.

Однако вышеуказанные замечания **не снижают** научную новизну и практическую ценность прореферированной диссертационной работы, а ее автор, Маликов Рамиль Раильевич, **заслуживает** присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – "Наземные транспортно-технологические средства и комплексы" за **новые** научно обоснованные результаты в области теории движения, проектирования и расчета пассажирских электрических транспортных средств с батарейным питанием, включающие новую математическую модель процесса энергопотребления такого транспортного средства, отличающуюся совместным учетом затрат электроэнергии на движение, поддержание теплового режима салона и тяговой аккумуляторной батареи и потери энергии на внутреннем сопротивлении последней; методику исследования влияния характеристик тяговой аккумуляторной батареи на эксплуатационные свойства таких транспортных средств, отличающуюся использованием полученных автором диссертации новых регрессионных уравнений и основанных на теории функций принадлежности новых функциях оценки параметров; новую методику научно обоснованного выбора тяговой аккумуляторной батареи для вновь проектируемых пассажирских электрических транспортных средств, отличающаяся ранжированным учетом их электрических, весовых, тепловых и стоимостных показателей; новые результаты теоретических и экспериментальных исследований электробуса КАМАЗ 6282, отличающиеся

совместным анализом электрических и тепловых показателей, **что в совокупности позволяет** с погрешностями не более 8,3%, 1,37% и 1,52% рассчитывать соответственно мощностные, электрические и тепловые показатели процесса движения проектируемых электробусов, прогнозировать удельный расход электроэнергии и осуществлять научно обоснованный выбор тяговой аккумуляторной батареи для пассажирских транспортных средств с батарейным питанием, и **является существенным научным вкладом** в теорию движения, проектирование и расчет электрических пассажирских транспортных средств с батарейным питанием.

Галямов Павел Маратович,
кандидат технических наук по
специальности 05.05.03 «Колесные и
гусеничные машины»,
доцент кафедры «Автомобили»
автотракторного факультета
Белорусского национального
технического университета,
расположенного по адресу 220013
Республика Беларусь г.Минск
пр-т Независимости, 65
учебный корпус №8 кафедра
«Автомобили», аудитория 413
телефон 8-10-375-17-2928205
адрес электронной почты кафедры
avto_atf@bntu.by

Галямов П.М.

" 29 " ноября 2023

Свидетельствую подлинность подписи
Начальник
управления по работе
с персоналом
2023 г.

Министерство образования Республики Беларусь Белорусский национальный технический университет
Управление по работе с персоналом
Минск