

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию
Оспанбекова Бауржана Кенесовича
на тему «Повышение энергетической эффективности и эксплуатационных
показателей электромобилей»
по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность избранной темы

Современные тенденции в области автомобилестроения показывают изменения вектора развития в пользу транспортных средств с минимальными выбросами вредных веществ. Большинство производителей имеют в своей линейке концептуальные разработки электромобилей и автомобилей с комбинированными энергетическими установками. Данная тенденция показывает значимость разработок в области тягового электрооборудования применяющихся в электротранспорте. В последнее время также происходит развитие пассажирского и грузового электротранспорта. Основными странами, массово производящими и эксплуатирующими электробусы и грузовые электромобили, являются США, страны Европейского союза и Китай. В России автопроизводителями также выпущено несколько электробусов большого класса. Так, ПАО «КАМАЗ» и «Группа ГАЗ» представили свои разработки электробусов большого класса. Данные электробусы уже прошли опытную эксплуатацию в городе Москве и Санкт-Петербурге. Положительный настрой автопроизводителей и транспортных предприятий в пользу внедрения электромобилей позволяет говорить о том, что данный вид транспорта имеет большой потенциал и несет в себе большие возможности для внедрения новых технологий в автомобилестроении.

Опыт эксплуатации современных электромобилей показал высокую энергетическую эффективность современных электроприводов. Однако массовому применению транспортных средств данного типа препятствует ряд характерных недостатков: высокая стоимость и ограниченный ресурс тяговых аккумуляторных батарей (ТАБ), ограниченный запас хода, недостаточная развитость зарядной инфраструктуры, проблемы эксплуатации при низких температурах. По этим причинам основными задачами при разработке и внедрении электромобилей являются улучшение энергетической эффективности не только отдельных компонентов системы тягового

электрооборудования (СТЭО), но и повышение эксплуатационных показателей транспортного средства в целом.

Разработками в области улучшения удельных показателей ТАБ занимаются ученые по всему миру. Не последнюю роль играют исследования по улучшению ресурса ТАБ. Современные литий-ионные аккумуляторы имеют ограниченный ресурс эксплуатации. Данная проблема не характерна для легковых электромобилей, так как пробег составляет не более 100 км в сутки, при этом на полностью заряженном аккумуляторе легковой электромобиль при городских пробегах может эксплуатироваться несколько дней. Для электробуса и грузового электромобиля картина обстоит совсем иначе. Современные автобусы могут за сутки проезжать более 200 км. При запасе хода электробуса в 100 км, за сутки будет происходить как минимум два цикла заряд-разряд. В данных условиях за один год количество циклов электробуса будет более 500. Для обеспечения срока службы аккумулятора около 10 лет необходим ресурс аккумулятора около 6 тыс. циклов, при идеальных условиях и с учетом снижения емкости ТАБ при циклировании. При изменении условий эксплуатации ТАБ от рекомендуемых производителем количество циклов значительно уменьшается.

Большинство исследований посвящено влиянию лишь некоторых показателей на ресурс, к тому же данные показатели рассматриваются каждый в отдельности. Поэтому в работе рассмотрено влияние каждого эксплуатационного показателя на ресурс и сформирован алгоритм определения влияния этих показателей в совокупности. Кроме этого было уделено особое внимание определению энергетически эффективного режима работы транспортного средства, так как более эффективная эксплуатация СТЭО позволяет ТАБ работать в режимах работы рекомендованных производителем. Данные вопросы являются актуальными, поскольку от эффективности использования энергии в электромобиле зависит возможность снижения дополнительной массы ТАБ и как следствие уменьшения габаритов и транспортной работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В работе определена энергетическая эффективность СТЭО при разном уровне напряжения ТАБ. Основные показатели, влияющие на ресурс литий-ионного аккумулятора, изучены достаточно подробно. Кроме этого рассмотрены возможные варианты эксплуатации электробуса большого класса в городских условиях. Расчетные данные для исследования были

определены в результате эксперимента, на основе которого была построена математическая модель СТЭО. Результаты полученные при математическом моделировании были использованы для определения эксплуатационных режимов, которые позволили улучшить ресурс ТАБ, за счет обеспечения рациональных режимов работы электробуса. На основе полученных результатов были сформированы рекомендации по выбору энергоэффективных эксплуатационных режимов работы, которые позволяют улучшить ресурс.

Достоверность и новизна полученных результатов диссертационной работы обоснована теоретически и подтверждается удовлетворительным совпадением результатов математического моделирования с экспериментальными данными, полученными по результатам эксплуатации электробуса большого класса КАМАЗ – 6282 на территории инновационного центра «Солково». Кроме этого результаты расчета снижения емкости аккумулятора при циклировании совпадают с данными литературных источников других авторов, занимающихся исследованием ресурса аккумуляторных батарей. Научная новизна работы заключается в том, автором на основе применения современной вычислительной техники удалось:

- разработать комплексную математическую модель СТЭО электромобиля и провести качественную и количественную оценку зарядно-разрядных режимов ТАБ.

- разработать расчетно-экспериментальную методику определения эксплуатационных режимов, которая позволяет рационализировать аналитическую и расчетную оценку показателей влияющих на ресурс ТАБ;

- определить тепловые режимы работы единичного аккумулятора в составе батарейного модуля для перспективного типа литий-ионных аккумуляторов;

- предложить методику определения ресурса ТАБ с учетом влияния эксплуатационных режимов при движении в стандартизированных и экспериментальных ездовых циклах.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов заключается в том, что разработанный комплекс математических моделей позволяет получить режимы работы ТАБ, при различных энергетических параметрах аккумуляторов. Полученные рекомендации по выбору эксплуатационных режимов ТАБ в зависимости от основных условий эксплуатации позволяют улучшить ресурс и энергетическую эффективность

использования ТАБ. Полученные результаты необходимы при создании адаптивной системы управления батареей, которая будет учитывать результаты проведенного автором исследования, что в результате позволит осуществлять корректировку нагрузочных и зарядных режимов аккумуляторов и обеспечит высокие эксплуатационные показатели.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа Оспанюекова Б.К. является законченной научно-квалификационной работой, в которой выполнено обширное исследование показателей, влияющих на ресурс литий-ионного аккумулятора. Кроме того были сформированы унифицированные математические модели расчета энергетических показателей СТОЭ и на их основе проведена оценка эффективности работы электромобиля при различных параметрах ТАБ. Проведен анализ возможных эксплуатационных режимов работы ТАБ, которые приводят к улучшению ресурса аккумуляторной батареи.

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 95 наименований.

Во введении приведена цель работы, методы исследований, научная новизна работы, практическая ценность и апробация работы, а также освещены предшествующие работы авторов по данному направлению исследования.

Первая глава посвящена выбору типа аккумуляторной батареи, которая позволит получить наилучшие эксплуатационные показатели работы электромобиля. Было определено, что наибольшую эффективность как по мощностным, так и по энергетическим показателям обеспечивают электрохимические источники тока, среди которых приоритет отдается литий-ионным аккумуляторным батареям. Такой выбор связан с тем, что данный тип аккумуляторов выделяется среди остальных по целому ряду характеристик, среди которых можно выделить срок службы, высокие зарядно-разрядные токи, отсутствие необходимости в обслуживании, а также низкие показатели саморазряда.

На основании проведенного анализа были сформированы основные показатели, которые влияют на ресурс аккумуляторных батарей. Такими показателями являются:

- глубина разряда;
- температура аккумулятора;

- зарядно-разрядные токи;
- диапазон степени заряженности, при котором происходит циклирование аккумулятора.

Вторая глава посвящена определению нагрузочных режимов работы ТАБ при реальной эксплуатации. В качестве объекта экспериментальных исследований был выбран электробус большого класса с полной массой 19 тонн и пассажироместимостью 85 человек. Выбор в пользу пассажирского электротранспорта был сделан по причине высокого суточного пробега, который является фиксированным и по которому можно получить схожие статистические данные. Кроме этого характер движения отличается наличием как недогруженных режимов (в обеденное время), так и режимов максимальной загрузки (утренние и вечерние рейсы в часы пик). При фиксированном маршруте создаются благоприятные условия для использования зарядных станций на пути следования электробуса.

В результате испытаний было определено, что электробус способен совершить движение по двум рассматриваемым маршрутам с полностью заряженной батареей без дополнительного заряда, с частичной загрузкой (45 пассажиров). При этом глубина разряда АКБ после интенсивных циклов составила 20 %. С целью определения режимов работы аккумуляторной батареи была разработана комплексная математическая модель, представляющая собой совокупность взаимосвязанных компонентов системы тягового электропривода электробуса. На основе полученной модели произведен расчет характеристик электрической машины в составе системы тягового энергетического оборудования.

Также в данной главе были рассчитаны потери мощности и КПД тягового электропривода в составе электропортального моста, установленного на электробусе. С помощью программного пакета Matlab Simulink для получения кривых фазного тока и напряжения были использованы модели асинхронного электродвигателя автономного инвертора напряжения, а также аккумуляторной батареи. Наиболее интересным представляются выводы автора на основании сравнительного анализа нескольких вариантов напряжения аккумуляторной батареи, в результате которого было выявлено явное улучшение характеристик электропривода при повышении напряжения аккумуляторной батареи. Повышение уровня напряжения ТАБ приводит не только к улучшению КПД системы, но и к уменьшению разрядных токов, для обеспечения режима движения по стандартизированному циклу.

Третья глава посвящена математическому моделированию аккумулятора, которое позволяет использовать математические зависимости, описывающие внутренние процессы. На основании схемы замещения единичного аккумулятора была сформирована система уравнений, описывающая электрические и тепловые процессы, происходящие при зарядно-разрядных режимах. Для моделирования нагрузочного цикла аккумулятора было установлено чередование нескольких зарядно-разрядных режимов в соответствии с маршрутами движения электробуса. В результате был определен нагрев аккумулятора, при различных значениях температуры окружающей среды, токами, полученными при экспериментальных исследованиях.

Кроме этого был определен нагрев аккумуляторной батареи в процессе заряда номинальным током. По результатам расчета была сформирована многопараметровая характеристика нагрева аккумулятора при различных уровнях заряда и начальных температурах. С ростом температуры аккумулятора интенсивность нагрева значительно снижается. При этом рассчитанные диапазоны позволяют в дальнейшем четко определить, каков будет последующий нагрев аккумулятора после разряда ТАБ и установки электробуса на заряд.

Четвертая глава является логическим завершением диссертации. В ней автором была выполнена оценка способов повышения энергетической эффективности и эксплуатационных параметров за счет определения рациональных режимов работы электробуса, которые включают в себя установку зарядных станций на маршруте движения для уменьшения нагрева аккумулятора, а также обеспечения рекомендуемых диапазонов степени заряженности. Для исследования процесса старения аккумулятора была составлена система уравнений, описывающая зависимость ресурса от температуры, уровня заряда и значений зарядно-разрядных токов. Наибольшее снижение ресурса аккумуляторной батареи происходит при высоком уровне степени заряженности аккумулятора, это связано с несколькими причинами: во-первых, при высокой степени заряженности аккумулятор работает в верхнем уровне напряжения, что, как было сказано в первой главе, значительно снижает ресурс. Во-вторых, при переводе используемой емкости в количество циклов для достижения одного эквивалентного необходимо было использовать четыре расчетных цикла. На основании проведенного анализа автором были предложены рекомендации по выбору энергоэффективных режимов работы электробуса.

В работе были замечены следующие недостатки

Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой выполненной на достаточно высоком уровне. Вместе с тем в диссертации следует отметить недостатки:

1. Страницы 15 и 21 автореферата «С учетом повышения напряжения ТАБ с 500 В до 650 В КПД системы увеличился с 65 до 90%». В действительности КПД правильно спроектированного тягового электропривода автотранспортного средства не зависит от величины номинального напряжения ТАБ. Суммарный КПД тягового электропривода с трехфазным асинхронным двигателем не может достигать 90%.
2. При рассмотрении характеристик аккумуляторных батарей следовало обратить внимание не только на зарядные характеристики, но и на удельные показатели каждого типа.
3. Не показана связь между рекуперативным и тормозным режимами работы и как ее можно реализовать на практике.
4. Слабо описана структурная схема системы векторного управления, не показана настройка коэффициентов пропорционально-интегральных регуляторов, а также выбор шага дискретности расчета при математическом моделировании.
5. В работе можно было объединить математическую модель тяговой аккумуляторной батареи и провести расчет тепловых режимов совместно с расчетом энергетических показателей.
6. Не описано дальнейшее применение многопараметровых характеристик температурных режимов тяговой аккумуляторной батареи, каким образом можно в дальнейшем использовать данные характеристики.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общую достаточно высокую оценку теоретических и практических результатов диссертационного исследования.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат в полной мере соответствует основному содержанию диссертации.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному издательскому делу. Стандартинформ. – 2012.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней

Диссертация Оспанбекова Бауржана Кенесовича на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»,

- по пункту 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку. Диссертация содержит рекомендации по повышению энергетической эффективности системы тягового электрооборудования электромобиля, а предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

По пункту 11 – основные научные результаты диссертации опубликованы автором в четырех рецензируемых научных изданиях, а также одно издание в зарубежном научном журнале, входящем в систему цитирования «Scopus».

По пункту 14 – заимствованные материалы имеют ссылки на источники. В диссертации автор использует результаты научных работ, выполненных им лично и в соавторстве, что отмечено в работе.

Диссертация Оспанбекова Бауржана Кенесовича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научно-обоснованные технические решения по повышению энергетической эффективности и эксплуатационных показателей электромобилей. Работа имеет существенное значение для развития электрифицированных транспортных средств и энергетических комплексов в их составе, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент

Овсянников Евгений Михайлович, доктор технических наук

05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»,

115280 г.Москва, ул. Автозаводская д.16, к.1, ком 1416,

Тел. 8-495-276-32-20, эл. Почта: ovsiannikov48@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский политехнический университет»

Профессор кафедры «Электротехника».



Е.М. Овсянников

Подпись Овсянникова Е.М. удостоверяю.



Начальник отдела
КАДРО В
А.А. ПЛАКИНА
28.06.2017

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию
Оспанбекова Бауржана Кенесовича
на тему «Повышение энергетической эффективности и эксплуатационных
показателей электромобилей»
по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность избранной темы

На сегодняшний день в отечественном и зарубежном автомобилестроении происходит масштабное развитие электромобилей и автомобилей с комбинированными энергетическими установками. Данная тенденция говорит о том, что развитие основных компонентов применяющихся в таких транспортных средствах также продолжит усиленное развитие. Особую роль играют тяговые источники тока и электрооборудование. Эксплуатация современных электромобилей показала ряд ключевых недостатков. К ним относится ограниченный запас хода на одном заряде аккумуляторной батареи, снижение пробега в процессе эксплуатации при низких температурах, а также снижение производительности тягового электропривода при высоких. Кроме этого важную роль в экономическом и эксплуатационном плане играет ресурс тяговой аккумуляторной батареи (ТАБ). Для решения комплекса подобных задач необходимо обеспечить эффективность эксплуатации электромобилей. Энергетическую эффективность работы можно достичь путем рационализации параметров и режимов работы в процессе эксплуатации.

Исследования, проводившиеся ранее, рассматривали энергетическую эффективность компонентов электромобиля отдельно, не затрагивая работу системы в едином целом. Автор в диссертационной работе рассмотрел работу всего комплекса компонентов тягового электрооборудования, что позволило получить наиболее точные результаты, которые были сопоставлены с экспериментальными данными. Кроме этого в работе были определены параметры, влияющие на ресурс аккумуляторной батареи, улучшение которого позволяет повысить эксплуатационные показатели электромобиля. Вопрос улучшения ресурса аккумулятора применяющегося в электромобиле является актуальным ввиду того факта, что стоимость аккумуляторной батареи составляет более одной трети от стоимости всего

транспортного средства, при этом ухудшение ресурса приводит к снижению эксплуатационных характеристик.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основным источником тока в современных электромобилях является аккумуляторная батарея. Характеристиками, максимально удовлетворяющими потребностям тягового электрооборудования, обладает литий-ионная аккумуляторная батарея. Данным типом аккумуляторов оснащают практически все крупные производители. Для изучения вопроса ресурса многими авторами рассматривались процессы деградации, происходящие внутри аккумулятора. При этом испытания проводятся в лабораторных условиях с постоянными значениями зарядно-разрядных токов. В настоящей работе автором был определен ресурс аккумулятора методом математического моделирования входными данными которого служили зарядно-разрядные токи, измеренные на транспортном средстве при реальной эксплуатации. На основе полученных результатов автором даны рекомендации по рациональному диапазону значений эксплуатационных показателей, при которой происходит снижение ресурса и сохранение эффективности работы тяговой аккумуляторной батареи и всей системы тягового электропривода.

Достоверность и новизна полученных результаты диссертационной работы теоретически подтверждаются удовлетворительным совпадением результатов математического моделирования с экспериментальными данными. В работе было реализовано векторное управление асинхронными электродвигателями, в составе портального моста. Автором достигнуто теоретическое повышение энергетической эффективности работы электропривода и как следствие снижение удельного расхода энергии. Научная новизна работы заключается в следующем:

- разработана комплексная математическую модель СТЭО электромобиля и проведена качественная и количественная оценка зарядно-разрядных режимов ТАБ;

- разработана расчетно-экспериментальная методика определения эксплуатационных режимов, позволяющая рационализировать показатели, влияющие на ресурс ТАБ;

- определены тепловые режимы работы единичного аккумулятора и предложена методика определения ресурса ТАБ с учетом влияния

эксплуатационных режимов при движении в стандартизированных и экспериментальных ездовых циклах.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов заключается в том, что математические модели, разработанные в диссертации, позволяют рассчитать нагрузочные режимы тяговой аккумуляторной батареи с учетом заданного цикла движения, который можно изменять под тип транспортного средства и назначение. Методика определения ресурса может использоваться для применения исследуемого типа аккумулятора на других видах электротранспорта. Кроме этого приведенные автором в работе рекомендации могут быть использованы при разработке системы управления батареями, а также для формирования условий ограничения работы электропривода в сильно нагруженных режимах движения.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа Оспанбекова Б.К. является законченной научно-квалификационной работой, в которой выполнено обширное исследование энергетической эффективности и эксплуатационных показателей электробуса большого класса. Выполнен анализ возможных эксплуатационных режимов работы электробуса, улучшающих ресурс аккумуляторной батареи.

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 95 наименований.

Во введении приведена цель работы, методы исследований, научная новизна работы, практическая ценность и апробация работы, а также показаны работы авторов по предыдущим исследованиям в данной тематике.

В первой главе определены основные виды электрохимических источников тока, которые можно применять в электромобилях. Выделен литий-ионный аккумулятор среди остальных химических структур ввиду наибольшей энергетической плотности, высоких эксплуатационных характеристик и других преимуществ. Рассмотрены факторы, влияющие на ресурс данного типа аккумуляторов, а также определена интенсивность влияния каждого из них.

Вторая глава посвящена описанию экспериментальной части, проведенной в диссертационной работе. Объектом экспериментальных исследований является электробус большого класса, автор сделал

правильный выбор по причине того что вопрос ресурса для пассажирского транспорта является более ключевым, чем для легковых электромобилей. Кроме этого использование пассажирского электротранспорта позволяет организовать инфраструктуру на основе выбранного маршрута движения. Результаты испытаний показали возможность проезда двух маршрутов с частичной загрузкой. Характеристики были получены с помощью специализированного оборудования путем передачи данных по протоколу CAN. По результатам полученных характеристик были рассчитаны потери мощности и КПД тягового электропривода в составе электропортального моста, установленного на электробусе. Было выявлено улучшение характеристик электропривода при повышении напряжения аккумуляторной батареи.

В третьей главе рассмотрен единичный аккумулятор, разработана его математическая модель, которая позволяет использовать математические зависимости, описывающие внутренние процессы. В математической модели были учтены как электрические, так и тепловые процессы, происходящие внутри аккумулятора. Нагрузочный режим был осуществлен путем чередования нескольких зарядно-разрядных режимов, которые были получены в предыдущей главе. Результатом математического моделирования стали многопараметровые характеристики тепловых процессов аккумулятора при разных начальных условиях. Рассчитанные диапазоны показывают последующий нагрев аккумулятора после разряда ТАБ и установки электробуса на заряд.

Четвертая глава является логическим завершением диссертации. В ней автором определен ресурс аккумулятора, при режимах работы выбранных на основании предыдущих исследований с учетом установки зарядных станций на маршруте движения, а также обеспечения рекомендуемых диапазонов степени заряженности. Результатом расчетов стали диапазоны токов, температур и степеней заряженности, которые являются наиболее рациональными. Проведённый анализ позволил автору сформировать рекомендации по выбору энергоэффективных режимов работы электробуса.

В работе были замечены следующие недостатки

Диссертация является завершённой научно-квалификационной работой выполненной на достаточно высоком уровне. Вместе с тем в диссертации следует отметить следующие недостатки: В ведении автор описывает снижение ресурса автомобиля Tesla, при этом не описывается как на

сегодняшний день был решен вопрос со снижением ресурса на данном электромобиле.

1. В работе указан способ улучшения эксплуатационных показателей за счет установки зарядных станций. Следовало также описать возможность установки зарядных станций на маршрутах следования городского пассажирского транспорта и сопоставить эффективность заряда от станций на конечных маршрутах.

2. В четвертой главе автором были определены системы уравнений, которые позволяют рационализировать режимы работы с целью сохранения ресурса, при этом не показано каким именно способом можно обеспечить полученные характеристики на практике.

3. В автореферате недостаточно полно описано релейно-векторное управление, о котором в диссертации посвящено большое исследование.

4. Автор в работе использует единицу измерения частоты вращения ротора об/мин, при этом в настоящее время правильно использовать мин^{-1} .

5. По результатам расчета было определено, что для сохранения ресурса необходимо держать уровень заряда аккумуляторной батареи выше 30%, данные рекомендации говорят о том, что для обеспечения ресурса необходимо возить дополнительный объем батарей, которые не будут эксплуатироваться. Автору стоило пояснить указанный недостаток.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общую достаточно высокую оценку теоретических и практических результатов диссертационного исследования.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат в полной мере соответствует основному содержанию диссертации.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному издательскому делу. Стандартинформ. – 2012.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней

Диссертация Оспанбекова Бауржана Кенесовича на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»,

- по пункту 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку. Диссертация содержит рекомендации по повышению энергетической эффективности системы тягового электрооборудования электромобиля, а предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

По пункту 11 – основные научные результаты диссертации опубликованы автором в четырех рецензируемых научных изданиях, а также одно издание в зарубежном научном журнале, входящем в систему цитирования «Scopus».

По пункту 14 – заимствованные материалы имеют ссылки на источники. В диссертации автор использует результаты научных работ, выполненных им лично и в соавторстве, что отмечено в работе.

Диссертация Оспанбекова Бауржана Кенесовича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научно-обоснованные технические решения по повышению энергетической эффективности и эксплуатационных показателей электромобилей. Работа имеет существенное значение для развития электромобилей и зарядной инфраструктуры для пассажирского транспорта, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент: Скрипко Леонид Александрович, к.т.н.

05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»,

125438 г.Москва, ул. Автомоторная, д.2

Тел. 8 925 599 62 59, эл. Почта: leonid.skripko@nami.ru

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный ордена трудового красного знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт» - ФГУП НАМИ.


Л.А. Скрипко

Подпись Скрипко Л.А. удостоверяю.

**ПОДПИСЬ РУКИ
ЗАВЕРЯЮ**
СТ. ИНСПЕКТОР УУБИД

Скрипко Л.А.

*буф. 125438 г. Москва
12.06.2017*

