

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт транспорта

Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой ЭАТ

_____ Д.А. Захаров

«__» _____ 2020 г.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОБУСА
НА ГОРОДСКОМ МАРШРУТЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к бакалаврской работе

НОРМОКОНТРОЛЕР:

доцент кафедры ЭАТ, к.т.н.

_____ М.Ю. Акимов

РУКОВОДИТЕЛЬ:

доцент кафедры ЭАТ, к.т.н.

_____ Е.М. Чикишев

РАЗРАБОТЧИК:

обучающийся группы ТЛбп-16-1

_____ М.И. Косов

Бакалаврская работа

защищена с оценкой _____

Секретарь ГЭК _____ Е.М. Чикишев

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу (ВКР)
бакалаврскую работу

ФИО обучающегося Косов Матвей Игоревич
 ФИО руководителя ВКР Чижишев Евгений Михайлович
 Тема ВКР Оценка эффективности использования автобуса на городском маршруте общественного транспорта
 утверждена приказом по институту от 24.04.2020 г. № 03-3040/38а
 Срок предоставления законченной ВКР на кафедру 02.07.2020 г.
 Исходные данные к ВКР информация о маршруте ПОТ, нормативно-техническая документация, научная литература

Содержание расчетно-пояснительной записки

Название главы, раздела	% от объема ВКР	Дата выполнения
Введение	3	12.05.20
Глава 1 Анализ состояния вопроса	29	20.05.20
1.1 Виды автомобильных топлив		
1.2. Эксплуатация автомобилей с электродвигателями		
1.3. Статистика мирового потребления энергии		
1.4. Конструктивные особенности электромобилей		
1.5 Конструктивные особенности электрических зарядных станций		
1.6. Преимущества и недостатки использования электромобилей		
1.7 Зарубежный и российский опыт использования электромобилей		
1.8 Выводы и задачи исследования		
Глава 2 Выбор и обоснование методики исследования	15	30.05.20
2.1. Общая методика исследования		
2.2. Анализ законодательной базы исследуемого вопроса		
2.3. Классификация автономных источников электроэнергии		
2.4. Выводы по главе		
Глава 3 Экспериментальные исследования	25	15.06.20
3.1. Объект и предмет исследования		
3.2. Методика проведения эксперимента		
3.3. Выводы по главе		
Глава 4 Результаты исследования и его практическое использование	20	25.06.20
4.1. Обработка результатов эксперимента		
4.2. Экономический анализ проведенного исследования		
Глава 5 Техника безопасности при эксплуатации электромобилей	5	27.06.20
Основные выводы	1	27.06.20

Дата выдачи задания 28.04.2020 г.

подпись
руководителя

Задание принял к исполнению 30.04.2020 г.

подпись
обучающегося

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа изложена на 86 страницах, содержит 5 таблиц, 46 рисунков, 18 источников, 1 приложение, 16 слайдов презентации.

Ключевые слова: электробус, зависимость, эффективность, низкие температуры воздуха, общественный транспорт.

Целью данной работы является оценка эффективности использования электробуса в природно-климатических условиях города Тюмень.

В аналитических исследованиях был произведен анализ различных топлив, которые сейчас используются на автомобильном транспорте, анализ законодательной базы исследуемого вопроса, а также анализ инфраструктуры электромобилей и зарядных станций.

В экспериментальных исследованиях изучается уровень влияния температуры окружающего воздуха и дополнительных приборов на расход электроэнергии электробуса.

В главе «Техника безопасности при эксплуатации электромобилей» изложены требования и техника безопасности при работе с аккумуляторной батареей и ее обслуживанием, а также особенности эксплуатации электробуса.

Результаты работы предлагается принять к сведению на пассажирских автотранспортных предприятиях, которые планируют или уже используют электробусы.

ABSTRACT

The final qualification work is set out on 86 pages, contains 5 tables, 46 figures, 18 sources, 1 appendix, 16 presentation slides.

Key words: electric bus, dependence, efficiency, low air temperatures, public transport.

The aim of this work is to evaluate the efficiency of using an electric bus in the climatic conditions of the city of Tyumen.

In analytical studies, an analysis was made of various fuels that are now used in road transport, an analysis of the legislative framework of the issue under study, as well as an analysis of the infrastructure of electric vehicles and charging stations.

In experimental studies, the level of influence of ambient temperature and additional devices on the power consumption of the electric bus is studied.

The chapter "Safety during the operation of electric vehicles" sets out the requirements and safety when working with the battery and its maintenance, as well as features of the operation of the electric bus.

The results of the work are proposed to be taken into account at passenger motor transport enterprises that are planning or are already using electric buses.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	7
ПЕРЕЧЕНЬ СЛАЙДОВ ИЛЛЮСТРАТИВНОЙ ЧАСТИ.....	8
ВВЕДЕНИЕ.....	9
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	11
1.1 Виды автомобильных топлив.....	11
1.2 Эксплуатация автомобилей с электродвигателем.....	14
1.3 Статистика мирового потребления энергии.....	16
1.4 Конструктивные особенности электромобилей.....	18
1.5 Конструктивные особенности электрических зарядных станций.....	20
1.6 Преимущества и недостатки использования электромобилей.....	28
1.7 Зарубежный и российский опыт использования электромобилей.....	30
1.8 Выводы и задачи исследования.....	35
ГЛАВА 2 АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	37
2.1 Общая методика исследования.....	37
2.2 Анализ законодательной базы исследуемого вопроса.....	38
2.3 Классификация автономных источников электроэнергии.....	40
2.4 Выводы по главе.....	44
ГЛАВА 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	45
3.1 Объект и предмет исследования.....	45
3.2 Методика проведения эксперимента.....	50

3.3 Выводы по главе.....	50
ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.....	51
4.1 Обработка результатов эксперимента.....	51
4.2 Экономический анализ проведенного исследования.....	61
ГЛАВА 5 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ.....	65
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ.....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ А ИЛЛЮСТРАТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	79

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

а/п – аэропорт.

АКБ – аккумуляторная батарея.

АО – акционерное общество.

ГАЗ – Горьковский автомобильный завод.

ГБО – газобаллонное оборудование.

ГОСТ – государственный стандарт.

ДТ – дизельное топливо.

ЖДВ – железнодорожный вокзал.

кВт – киловатт.

кВт*ч – киловатт час.

км – километры.

км/ч – километры в час.

ЛиАЗ – Ликийский автобусный завод.

Минпромторг – Министерство промышленности и торговли.

РФ – Российская Федерация.

ТПАТП – Тюменское Пассажи́рское Авто́транспортное Предприя́тие.

ТС – транспортное средство.

ПЕРЕЧЕНЬ СЛАЙДОВ ИЛЛЮСТРАТИВНОЙ ЧАСТИ

1. Тема выпускной квалификационной работы.
2. Актуальность темы.
3. Цель и задачи.
4. Объект и предмет исследования.
5. Общая методика исследования.
6. Анализ законодательной базы.
7. Мировой и Российский опыт использования электромобилей.
8. Методика эксперимента.
9. Экспериментальное исследование.
10. Графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха.
11. Графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха.
12. Общая графическая зависимость с учётом кондиционера и отопителя.
13. Общая графическая зависимость без учёта расхода отопитель и кондиционера.
14. Расчет экономической эффективности.
15. Результат экономической эффективности.
16. Выводы.

ВВЕДЕНИЕ

Современное общество имеет интенсивное технологическое развитие. Это приводит к ухудшению экологической обстановки во многих странах мира. Для снижения негативного влияния от автомобильного транспорта в последнее десятилетие набирает популярность уход от традиционных двигателей внутреннего сгорания в сторону более экологичных, таких как электромобили и гибридные двигатели, которые значительно экологичнее.

Если посмотреть на цифры, то объем мирового выброса углекислого газа в атмосферу составляет 10 миллиардов тонн, из них 8,5 миллиардов тонн производится при сжигании топлива. Так же во многих странах мира ископаемое топливо очень дорогое и не такое доступное, как электричество. При частичном переходе на электрооборудование это может помочь экономике страны и улучшить ее экологическую обстановку.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка эффективности использования электробуса в различных температурных условиях.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Изучить зарубежный и российский опыт использования электромобилей.
2. Провести анализ законодательной базы по эксплуатации автомобилей на электричестве.
3. Выявить закономерность изменения расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха.
4. Оценить экономическую эффективность эксплуатации электробуса.

Исследование проводилось на электробусе отечественного производства, ЛиАЗ 6274.00 (ОС), который перевозит пассажиров в городе Тюмень по маршруту №10 «Автовокзал – ЖДВ – а/п Рошино». Так же точками исследования будут выступать места подзарядки электробуса,

которые находятся на территории АО «ТПАТП№1», Тюменский автовокзал и аэропорт Рощино.

Для того, чтобы оценить эффективность использования электробуса необходимо провести анализ его работы на маршруте и составить зависимость уровня заряда аккумуляторной батареи от температуры окружающего его воздуха. Так же необходимо выявить какие еще факторы могут влиять на уровень заряда аккумуляторной батареи.

Все это необходимо для того, чтобы оценить его пригодность эксплуатации в природно-климатических условия города Тюмень и понять, может ли данный вид техники быть выгодным и окупить себя с точки зрения экономии на топливе.

Все выше изложенное может быть достигнуто при условии рабочего состояния электробуса и, если не будет непредвиденных ситуаций со стороны внешних факторов, которые могут негативно повлиять на исследования.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Виды автомобильных топлив

С момента, как появились автомобильные двигатели внутреннего сгорания и до сегодняшних дней они используют продукты нефтепереработки: бензин и дизельное топливо. И то, и то – это смесь углеводорода с присадками. Разница в них заключается только в некоторых характеристиках и температурном режиме. От 35 до 2000 градусов у бензина и от 180 до 3600 у дизеля.

Бензин – это легкокипящие жидкие углеводороды, они выделяются при переработке твердого топлива, перегонки нефти, осушке природного газа. Его основной критерий — это детонационная стойкость, которую характеризуют октановым числом, чем оно выше, тем и выше устойчивость бензина к детонации. Самые плохие показатели считаются у парафиновых углеводородов, а лучшие у ароматических. Что бы улучшить свойства производители вводят специальные присадки.

Вторым важным критерием является степень сжатия. Чем она выше, тем выше мощность двигателя, но и расход топлива. Очень важно, чтобы степень сжатия и октановое число коррелировали между собой.

Фракционный состав бензина сильно влияет на пуск двигателя, его прогрев, экономичность, время использования и отсутствие паровых пробок. На основе этого бензины классифицируют по сезонам: летние и зимние, адаптированные под конкретные температурные условия.

Дизельное топливо – это продукт на основе дистиллятных фракций при прямой перегонке нефти. Главные компоненты – цетан и метилнафталин. Это легко воспламеняемая жидкость и плохо воспламеняемая добавка. Воспламеняемость – это основная характеристика, которая выражается в цетановом числе (аналог октанового числа).

Способность циркулировать в системе определяет прокачиваемость дизеля, которая зависит от предельной температуры фильтруемости, температуры помутнения и застывания. Так же необходимо учитывать наличие воды и механических примесей.

Природный газ считается альтернативой привычным нам видам топлива. Он полностью сгорает и на данный момент повсеместно доступен потребителям многих стран благодаря снабжению природным газом домов и производственных объектов. Во время использования на транспортных средствах, работающих на природном газе, он выпускает на много меньше вредных веществ в окружающую среду, чем бензин или дизельное топливо.

Электроэнергия тоже может использоваться как альтернативный вид топлива для автомобилей с питанием от аккумуляторных батарей. В таких автомобилях ставится электродвигатель, который занимается преобразованием электроэнергии в механическую по принципу работы электромагнитной индукции. В последнее время электромобили все сильнее популяризируются на автомобильном рынке в качестве перспективного направления развития автопромышленности.

Водород можно соединять с природным газом для получения альтернативного вида горючего, в которых используются некоторые виды ДВС. Водород так же может использоваться в транспортных средствах с топливными элементами, которые работают на электричестве, вырабатываемом в результате реакции, которая происходит при соединении водорода и кислорода в топливной ячейке.

Пропан или сжиженный нефтяной газ. Он является побочным продуктом переработки природного газа или сырой нефти. На данном этапе времени он уже используется в качестве топлива для использования на кухне и отопления помещений. Пропан также является очень популярным альтернативным видом топлива для транспортных средств. Он хорош тем, что в результате его использования выбрасывается на много меньше вредных

веществ в окружающую среду, чем при использовании бензина или дизельного топлива. Так же у него очень хорошо развита инфраструктура для транспортировки, хранения и распространения.

Биодизельное топливо считается альтернативным. В его основе лежат растительные масла или животные жиры, даже те, которые остаются после приготовления пищи. Биодизельное топливо можно сжигать в чистом виде после модификации двигателей транспортных средств. Так же его можно смешивать с углеводородным дизельным топливом и использовать в неадаптированных двигателях. Биодизельное топливо безопасно, оно поддается биохимическому разложению и снижает содержание веществ, которые загрязняют воздух таких как, твердые примеси, монооксид углерода и углеводороды.

Метанол, который известен, как древесный метиловый спирт, может использоваться как альтернатива, привычному нам виду топлива в транспортных средствах с универсальной топливной системой, которые спроектированы для работы на М85, это смесь, которая содержит 85% метанола и 15% бензина. В наши дни не производится транспортных средств с метановым типом двигателей. Однако в будущем метанол может стать одним из важнейших типов альтернативного топлива.

Этанол, или как его называют по-другому, этиловый спирт или хлебный спирт. Его можно смешивать с бензином для получения топлива с большим октановым числом и наименьшим содержанием вредных веществ в выбросах по сравнению с чистым бензином. Этанол получают благодаря брожению зерновых продуктов: кукурузы, ячменя, или пшеницы и дистилляции. Возможно производство и из различных трав и деревьев, но сама технология будет сложнее и в таком случае его называют биоэтанолом.

В соответствии с Законом об энергетической политике от 1992 года смеси, которые содержат не менее 85% этанола считаются альтернативными видами топлива.

Е85 это смесь, состоящая на 85% из этанола и на 15% из бензина. Она используется в транспортных средствах с универсальной топливной системой, которые предлагаются большинством производителей транспортных средств. Транспортные средства с универсальной топливной системой могут работать на бензине, Е85, или на любом сочетании этих двух видов топлива.

Смеси с большим содержанием этанола, такие как Е95, также являются отличными альтернативными видами топлива. Смеси с более низкими концентрациями этанола, такие как Е10 (10% этанола и 90% бензина), иногда используются для увеличения октанового числа и повышения качества выбросов, но они не рассматриваются как альтернативные виды топлива.

Производство этанола поддерживает фермеров и позволяет создавать рабочие места внутри страны. И поскольку этанол производится внутри страны и из выращиваемого в стране зерна, он снижает зависимость США от импортируемой нефти и повышает национальную энергетическую безопасность.

Виды топлива серии Р является смесью этанола, газоконденсатной жидкости и метилтетрагидрофурана, вспомогательного растворителя, полученного из биомассы. Виды топлива серии Р представляют собой прозрачные альтернативные виды топлива с высоким октановым числом, которые можно использовать в транспортных средствах с универсальной топливной системой. Топлива серии Р можно использовать в чистом виде или в смеси с бензином в любом соотношении путем простого добавления бензина в бак [18].

1.2 Эксплуатация автомобилей с электродвигателем

Электромобиль является будущим автомобилестроения. Очень много крупные производители автомобилей ведут разработку электродвигателей и электромобилей. Этому очень сильно способствует повышение стоимости на

нефтепродукты и необходимость снижения вредных выбросов в окружающую среду.

На данный момент крупнейшими рынками электрических автомобилей считаются такие страны как США, Япония, Китай и ряд европейских стран (Франция, Нидерланды, Норвегия, Германия, Великобритания). Из мировых производителей электрокаров выделяются такие компании, как Nissan, Tesla, Renault, BMW, BYD.

Несмотря на визуальное сходство и одинаковые системы управления, эксплуатация автомобилей с электродвигателем очень сильно отличается от эксплуатации автомобилей с ДВС. Ограниченная автономность, долгое время зарядки аккумулятора, высокая стоимость сдерживают массовое использование электромобилей.

Стоимость электромобиля высока из-за цены на АКБ. Не смотря на успешные эксплуатационные характеристики, ресурс литийионной батареи составляет 7 лет, и она очень дорогая. Это мотивирует производителей создавать новые источники тока, способы хранения энергии и усовершенствовать конструкцию тяговых аккумуляторных батарей.

Расход на содержание электромобиля ниже в 4 раза, чем на содержание автомобиля с ДВС и напрямую зависит от стоимости электроэнергии. Из этого можно сделать вывод, что использование электродвигателей экономически выгодно в странах, где дешевое производство электроэнергии и оно не зависит от ископаемых топлив.

Одной из самых серьезных проблем эксплуатации электрокаров является невысокая степень автономности. Его величина пробега зависит от таких факторов как: емкость аккумуляторной батареи, характер и условия движения, стиль вождения водителя и степень использования вспомогательных систем. На данный момент средняя дальность использования автомобиля с электродвигателем составляет 150-200 км при скорости движения 70-80 км/ч. При резком увеличении скорости, пробег

может резко уменьшится, например, при скорости в 130 км/ч он составляет уже 70-100 км. Именно поэтому электромобиль лучше всего подходит к эксплуатации в городских поездках, а не междугородних.

Современные технологии позволяют увеличить степень автономности электромобиля до 300 и более километров, среди которых следует отметить систему рекуперации торможения (возвращение до 30% затрачиваемой энергии), аккумуляторы повышенной емкости, электронная оптимизация процессов движения.

Неотъемлемым атрибутом эксплуатации электромобиля является необходимость периодической зарядки аккумуляторной батареи, которая занимает много времени. Решение данной проблемы реализуется по нескольким направлениям.

Нормальная зарядка аккумуляторной батареи осуществляется от бытовой электрической сети мощностью 3-3,5 киловатт, предполагает установку на электромобиле специального зарядного устройства, продолжительность до полной зарядки батареи составляет 8 часов.

Ускоренная зарядка аккумуляторной батареи производится на специальных станциях мощностью до 50 киловатт, продолжительность зарядки до 80% емкости батареи составляет 30 минут.

Замена разряженной аккумуляторной батареи на заряженную батарею (выполняется автоматически на специальных обменных станциях).

Реализация указанных направлений требует развития инфраструктуры (зарядных и обменных станций, мест парковки), стандартизации технических решений, разработки правил для поставщиков услуг.

1.3 Статистика мирового потребления энергии

Основная часть роста мирового потребления электроэнергии приходится на Азию (почти 80%, причем почти 60% приходится на Китай). Спрос на электроэнергию в Китае ускорился на фоне устойчивого

экономического роста и промышленного спроса. Спрос также вырос в Индии, Южной Корее, Японии и Индонезии.

Потребление электроэнергии в США, которое снизилось на 1% в 2017 году, восстановилось в 2018 году (+2,2%). Большая часть этого прироста пришла из жилого сектора (+6,2%), в основном за счет увеличения потребления электроэнергии для бытовой техники (что составляет около половины потребления электроэнергии) и кондиционирования воздуха (почти 90% американских домов используют централизованные или индивидуальные кондиционеры воздуха). Экономический рост и промышленный спрос также способствовали росту потребления электроэнергии в Канаде, Бразилии и России. Она также возросла в Африке, особенно в Египте, и на Ближнем Востоке, чему способствовал Иран.

Как и в 2017 году, потребление электроэнергии в Европе в 2018 году оставалось стабильным: снизилось во Франции и Германии, стабилизировалось в других крупных странах (Великобритания, Италия, Испания) и выросло в Нидерландах, Польше и Турции. С полной статистикой роста потребления электроэнергии с 1990 г. по 2018 г. и полным списком стран лидеров по потреблению электроэнергии можно ознакомиться на рис. 1.1 и 1.2.

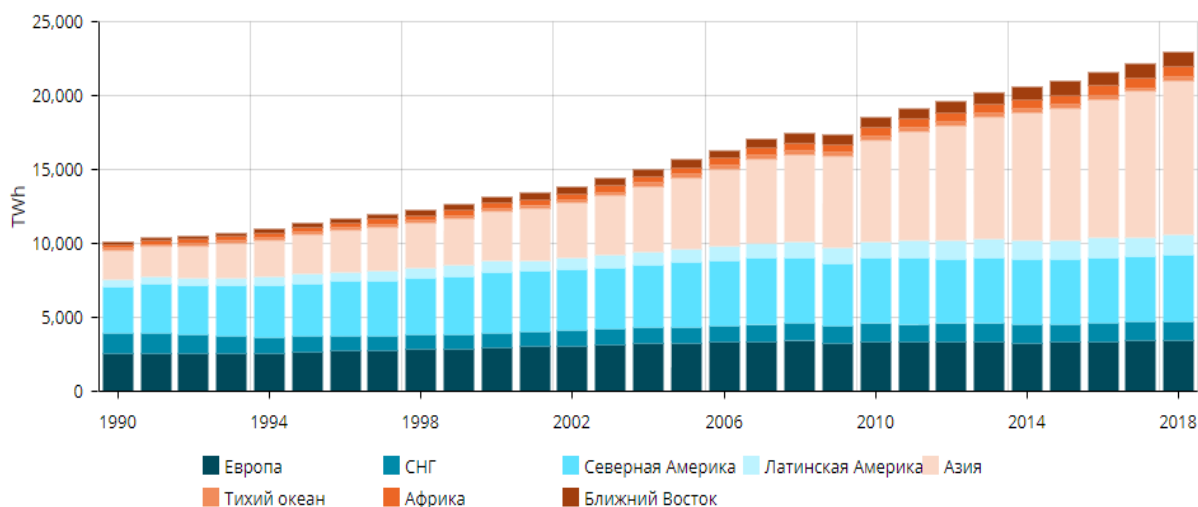


Рисунок 1.1 Рост потребления электроэнергии

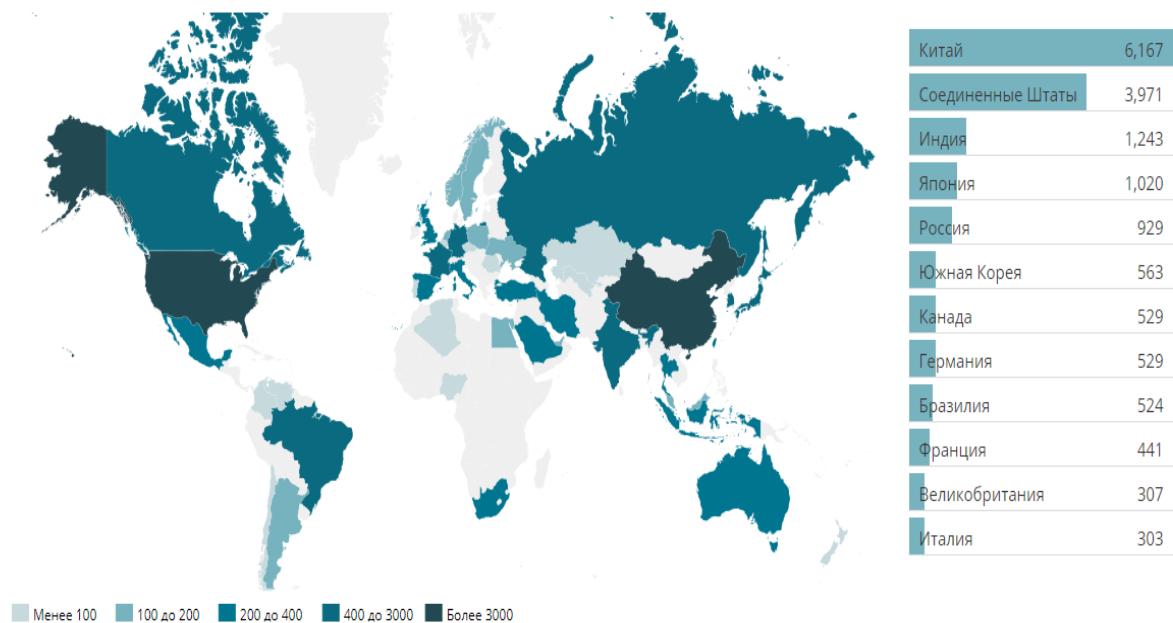


Рисунок 1.2 Страны лидеры по потреблению электроэнергии

1.4 Конструктивные особенности электромобилей

Электромобиль – это автомобиль, который приводится в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от автономного источника электроэнергии, а не двигателем внутреннего сгорания.

Типы автомобилей, использующих электричество:

Hybrid – гибриды (электромотор и двигатель внутреннего сгорания (ДВС) работают совместно.

Plug in – электромотор и ДВС работают отдельно. Сперва машина приходит в движение за счет электротяги, а после окончания заряда электричества, можно переключиться на бензиновый.

All electric – работает только на электродвигателе.

Сейчас электромобилестроение развивается быстрыми темпами. Особенно внесла вклад в эту тему компания Tesla Motors, запустив в серийное производство свои имеющие огромный успех электрокары и заставив таким образом активизироваться конкурентов. Инженеры часто модернизируют электрокары, например, оборудуя машины двумя электродвигателями или изобретая новые гибридные силовые установки. Чем

же отличается средний современный электромобиль технически от классических авто с ДВС.

Двигатель в электромобиле электрический. В нем нет коленвала, поршней, камер сгорания, клапанов и много чего еще, что есть в двигателях внутреннего сгорания. Зато есть статор, внутри которого благодаря электромагнитной силе вращается ротор. Немаловажной особенностью электродвигателя является возможность не только производить вращательную энергию, но и создавать ток для заряда батареи, то есть работать в режиме генератора. Это основной принцип так называемой рекуперации: грубо говоря, при нажатии на педаль газа электродвигатель вращает колеса, и энергия батареи тратится, а если педаль отпустить, на движущейся машине уже колеса будут вращать вал двигателя, создавая в обмотке напряжение и генерируя ток, заряжающий батарею.

Благодаря простоте и почти полному отсутствию трущихся частей в электромоторе (кроме подшипников), в отличие от ДВС, ресурс его намного превышает ресурс классического бензинового или дизельного двигателя.

Кузов электромобиля отличается наличием отсека для аккумуляторной батареи (чаще всего располагающейся в днище автомобиля). При этом благодаря трансмиссии, занимающей в электрокаре значительно меньший объем, чем в обычном авто, водителю и пассажирам, электрической машины доступно больше пространства в салоне при тех же внешних габаритах.

Шасси состоит в свою очередь из ходовой части, механизмов управления и трансмиссии. Ходовая часть электромобиля, включающая мосты, подвеску и колеса, не имеет принципиальных отличий от ходовой привычных нам авто. О рулевом управлении и тормозной системе так же сказать особо нечего, кроме того, что благодаря существенному торможению двигателем (как раз, когда происходит рекуперация), тормозные колодки и диски электромобиля изнашиваются значительно меньше. Главное же отличие шасси электрического от шасси классического авто кроется в

трансмиссии. Конкретно - в коробке передач. В электрокаре её нет. Вместо нее устанавливается очень простой понижающий редуктор (в котором практически нечему ломаться), имеющий огромный ресурс по сравнению даже с механическими коробками передач, не говоря уже об автоматических коробках и вариаторах. Сцепление, соответственно, тоже отсутствует.

Электрическое оборудование электромобиля имеет значительные отличия от электрооборудования автомобиля, приводимого в движение двигателем внутреннего сгорания. Отличия эти касаются электрооборудования мотора. В салоне всё примерно одинаково. В электромобиле отсутствует стартер и нет системы зажигания рабочей смеси, зато там есть аккумуляторная батарея, инвертор (согласующий токи подаваемый от батареи в электродвигатель и генерируемый электродвигателем во время рекуперации), а также модулем, питающим батарею во время зарядки и рекуперации и двигатель через инвертор во время ускорения. Еще в электромобиле отсутствует система охлаждения двигателя, но часто присутствует система контроля температуры батареи (с подогревом или охлаждением) и электрическая печка.

Гибридами они называются за то, что имеют и электродвигатель, и двигатель внутреннего сгорания в своей силовой установке. Соответственно, механизмы их значительно сложнее, так как включают в себя системы, необходимые для передачи крутящего момента и работы обоих моторов.

1.5 Конструктивные особенности электрических зарядных станций

В городе Тюмень сеть станции для зарядки электромобилей расположили в центре на платных парковках и рядом с торговыми центрами. Места выбраны не случайно, это было сделано для того, чтобы водители во время зарядки могли сходить по своим делам или за покупками, пока их автомобиль заряжается. На данный момент насчитывается шесть зарядных станций, три из них установила компания АО «Тюменьэнерго» на

территории ТРЦ «Па-На-Ма», ТЦ «Галерея Вояж» и ТРЦ «Гудвин». Оставшиеся три принадлежат АО «СУЭНКО» и находятся они на территории ТРЦ «Тюмень Сити Молл», ТРЦ «Кристалл» и на платной парковке у администрации города Тюмень. С внешним видом одной из станций зарядки электромобилей в городе Тюмень можно ознакомиться на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 Зарядная станция в городе Тюмень

На данный момент существует четыре типа зарядных станций и несколько видов коннекторов, которые входят в комплект станции и модели электрокаров.

Mode 1, это наименее мощный тип зарядки, осуществляемый преимущественно от бытовой сети. Интервал подзарядки электромобиля с помощью такого метода, составляет приблизительно 12 часов. Процесс происходит без специального оборудования, при помощи стандартной розетки и специального адаптера переменного тока. На сегодня данный тип

практически не применяется для зарядки серийных автомобилей из-за низкой безопасности подключений.

Mode 2 является стандартным типом зарядной станции переменного тока, использовать которую можно в быту или пользоваться на автозаправочных комплексах. Применяется для зарядки электромобилей всех типов с традиционными разъемами подключаемого коннектора с системой защиты внутри кабеля. Длительность процесса составляет порядка 6-8 часов при емкости аккумуляторных батарей 20-24 киловатт час.

Mode 3 самый мощный режим, используемый на станциях с переменным током. К нему применимы разъемы Type 1 — для однофазной и Type 2 — для трехфазной сети.

Mode 4, тип зарядных станций в которых применяется не переменный, а постоянный ток. Мощность подобных комплексов для некоторых электромобилей бывает слишком высока. У тех же, что поддерживают подобный стандарт, аккумуляторы заряжаются до 80% в течении 30 минут. Подобные зарядные комплексы можно встретить на городских парковках и шоссе, хотя они довольно редки, поскольку обустройство такого комплекса требует отдельной линии электроснабжения большой мощности. Кроме того, цена данной зарядной станции довольно высокая.

Отдельно стоит отметить тип зарядных станций Tesla Supercharger, которые отличаются от указанных выше, обособленностью использования. Это даже не зарядные станции, а нагнетатели энергии, которые в течении 20 минут заряжают батареи до 50% объёма, за 40 минут до 80% и за 75 минут до 100%. Tesla Supercharger обеспечивают высокую зарядную мощность 135 киловатт постоянного тока (DC). Коннекторы станции в зависимости от региона использования различаются по форме коннектора, в США они имеют три разъема, в Европе пять, что существенно усложняет эксплуатацию импортированных из Америки в европейские страны электромобилей компании.

Так как в характеристики Mode 1-4 постоянно вносятся правки, можно привести более простую классификацию типов зарядных станций по мощности зарядки.

Для бытовых электросетей переменного тока 230 вольт до 16 ампер (3,7 киловатт). Их часто называют кабелем так как они имеют малый корпус.

Для ускоренной зарядки от электросетей переменного тока 230 вольт или 400 вольт от 16 ампер до 40 ампер (от 3,7 киловатт до киловатт).

Fast charger или Supercharger — быстрая зарядка постоянным током подает питание на аккумулятор минуя инвертор. Это габаритное стационарное оборудование мощностью от 10 киловатт до 400 киловатт. Разъем Tesla Supercharger представлен на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 Разъем Tesla Supercharger (США)

Зарядные станции также можно классифицировать по принципу использования: станции, предназначенные для стационарной установки, для портативного использования в одном или нескольких местах и станции для портативного и стационарного использования.

Кроме режимов работы зарядных станций необходимо знать и типы разъемов подключения коннектора, которые адаптированы к работе каждой из них.

Тип разъема коннектора Type 1 J1772 это пяти контактный стандартный разъем электромобильного коннектора, характерный для

большинства электромобилей американского и азиатского производства. Разъем Type 1 применим для подзарядки электромобиля от зарядных комплексов, работающих по стандартам Mode 2, Mode 3. Подзарядка происходит при помощи однофазной сети переменного тока с максимальным напряжением 230 вольт, силой тока 32 ампера и предельной мощности в 7,4 киловатт. Тип разъема Type 1 J1772 (США/Япония) представлен на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 Тип разъема Type 1 J1772 (США/Япония)

Type 2 (Mennekes) имеет семи контактный разъем характерный в основном для европейских электромобилей, а также для ряда китайских автомобилей, прошедших адаптацию. Особенность разъема заключается в возможности использовать однофазную и трехфазную сеть, с максимальным напряжением 400 вольт, силой тока 63 ампера, и мощностью 43 киловатт. Обычно 400 вольт 32 ампера или 22 киловатта при трехфазном подключении и 230 вольт 32 ампера или 7,4 киловатта при однофазном подключении. Разъем допускает использование зарядных станций с режимами работы Mode 2, Mode 3. Тип разъема Type 2 Mennekes (Европа) представлен на рис. 1.6.



Рисунок 1.6 Тип разъема Type 2 Mennekes (Европа)

CHAdeMO это двух контактный коннектор постоянного тока, разработанный при сотрудничестве крупнейших японских автопроизводителей с компанией ТЕРСО. Может использоваться для зарядки большинства японских, американских и ряда европейских электромобилей. Рассчитан для использования на мощных зарядных станциях, работающих от постоянного тока в режиме Mode 4, позволяющих заряжать батарею электромобиля до 80% в течении 30 минут (на мощности 50 кВт). Рассчитан на максимальное напряжение 500 вольт и силу тока 125 ампер с мощностью до 62,5 киловатт, но уже характеристики существенно увеличиваются. Тип разъема CHAdeMO (США/Япония/Европа) представлен на рис. 1. 7.



Рисунок 1.7 Тип разъема CHAdeMO (США/Япония/Европа)

CCS Combo (Type 1/Type 2) - комбинированный тип коннектора, который позволяет вам использовать как медленные, так и быстрые точки зарядки. Работа разъема возможна благодаря инверторной технологии, преобразующей постоянный ток в переменный. Транспортные средства с таким типом соединения могут принимать зарядную скорость вплоть до максимально быстрой зарядки. Разъемы CCS Combo не одинаковы для Европы и США и Японии: для Европы предлагают разъем Combo 2 совместимый с Mennekes, а для США и Японии Combo 1 который связан с J1772. Зарядка при помощи CSS Combo рассчитана на 200-500 вольт при 200 амперах и мощности 100 киловатт. CSS Combo 2 на данный момент наиболее распространенный тип разъема на быстрых зарядных станциях в Европе вместе с CHAdeMO. Тип разъема Type 2 CCS Combo2 (Европа) и Type 1 CCS Combo1 (США/Япония) представлены на рис. 1.8 и 1.9.



Рисунок 1.8 Тип разъема Type 2 CCS Combo2 (Европа)



Рисунок 1.9 Тип разъема Type 1 CCS Combo1 (США/Япония)

GB/T стандарт характерен для автомобилей только китайского производства и часто его называют просто GBТ. Визуально он почти полностью напоминает европейский Mennekes, но технически с ним не сопоставим. Существует два типа разъемов для данного стандарта один для медленной второй для быстрой зарядки. Электромобильный коннектор с разъемом GB/T 20234 переменного тока (AC) и постоянного тока (DC) представлены на рис. 1.10 и 1.11.



Рисунок 1.10 Электромобильный коннектор с разъемом GB/T 20234 переменного тока (AC)

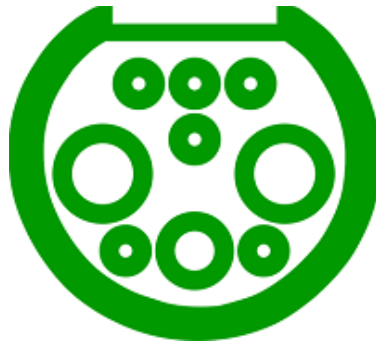


Рисунок 1.11 Электромобильный коннектор с разъемом GB/T 20234 постоянного тока (DC)

При изучении видов зарядных станций, типов разъемов и коннекторов была изучена не только Российская, но и зарубежная литература, например, такая, как *Optimal location of battery electric vehicle charging stations in urban areas: A new approach* [19], *Incorporating institutional and spatial factors in the selection of the optimal locations of public electric vehicle charging facilities: A case study of Beijing, China* [20].

1.6 Преимущества и недостатки использования электромобилей

Электрический автомобиль это отличный способом сэкономить на топливе. Затраты, которые необходимо тратить на бензин постоянно растут и, если сравнить их с затратами на электричество при зарядке электромобиля, то выгоднее будет использование автомобиля с электродвигателем.

Электрокары при эксплуатации не выделяют вредные вещества в атмосферу. Конечно, тут надо еще учитывать то, каким образом производится электроэнергия. В идеале, чтобы максимально снизить воздействие на окружающую среду, ее надо производить из чистых, возобновляемых источников энергии. К сожалению, пока это невозможно сделать на сто процентов. Так что вредные вещества при

работе электромобиля все же выделяются, только не при его эксплуатации.

Электродвигатели вполне способны обеспечить тихий и плавный разгон, при этом могут давать большое ускорение.

Безопасность на дороге является главным приоритетом любого водителя. Электромобили довольно безопасны на дороге. Они проходят те же процедуры тестирования, что и автомобили с ДВС. Таким образом, в случае столкновения сработают подушки безопасности, датчики столкновения отключат аккумуляторы, благодаря чему автомобиль остановится. Это снижает вероятность получения тяжелых травм в случае автомобильной аварии не только у водителя и пассажиров электромобиля, но у пассажиров транспортного средства, с которым произошло столкновение.

С каждым годом производители электромобилей находят все больше и больше возможностей по снижению себестоимости. Был момент, когда батареи были очень дорогими, но при массовом производстве их цена снижается. Электрический двигатель не требует смазки и с ним нет необходимости посещать станции техобслуживания так часто, как с двигателем внутреннего сгорания.

Несмотря на то, что электромобили обладают несомненными достоинствами, у них, конечно же, имеются и недостатки.

Электрические заправочные станции постепенно появляются по всему миру. Но пока инфраструктура находится на более низком уровне чем обычные заправочные станции с топливом. И это действительно серьезная проблема в эксплуатации.

Стоит тщательно подходить к выбору электромобиля, поскольку для нормального функционирования разным моделям необходимы разные заряды. Так что выбор не той модели может привести к значительным счетам за электроэнергию.

В связи с недостаточностью технического прогресса в области аккумуляторных батарей, большинство электромобилей могут проходить примерно от 160 до 240 км без подзарядки, если не брать во внимание таких производителей как Tesla, в их автомобилях запас хода может достигать 1000 км, но и их стоимость на много выше. Поэтому пока их трудно считать пригодными для длительных поездок, особенно с учетом отсутствия станций подзарядки на трассе между городами.

Обычно для полной зарядки электромобиля требуется около 8 - 10 часов, при условии подзарядки в домашних условиях. А специальные зарядные станции к сожалению, есть далеко не во всех городах.

В зависимости от типа используемых батарей, их необходимо менять каждые 3-10 лет.

Несмотря на то, что здесь перечислено довольно много проблем, связанных с эксплуатацией электромобилей, многие из них решаются производителями с выпуском новых моделей. Так же все больше и больше зарядных станций появляется в гардах не только России, но и по всему миру.

1.7 Зарубежный и российский опыт использования электромобилей

Для того, чтобы изучить зарубежный и российский опыт использования электромобилей, решено было ознакомиться с техническими характеристиками электрокаров, которые лидируют по производству в своих странах.

В США одним из самых продаваемых автомобилей с электродвигателем считается Tesla Model 3, ее длина составляет 4604 мм, ширина 1933 мм, высота 1443 мм, колесная база 2875 мм. Стандартная модель снаряженной массой 1609 кг обладает запасом хода 354 км, разгоном до 97 км/ч за 5,6 секунды и максимальной скоростью 209 км/ч. Ее батарея имеет емкость 60 киловатт часов. На станции Tesla Supercharger ее можно

зарядить всего за пол часа, а стандартная зарядка составляет от семи до 8 часов. С внешним видом электромобиля Tesla Model 3 можно ознакомиться на рис. 1.12.



Рисунок 1.12 Электромобиль Tesla Model 3

В Китае очень популярен электромобиль фирмы BYD, а именно модель e2. Он комплектуется батареей емкостью 47 киловатт часов и имеет мощность 94 лошадиные силы. По габаритам его длина составляет 4240 мм, ширина 1760 мм, высота 1530 мм и колесная база 2610 мм. С данным типом батареи автомобиль может проехать без подзарядки 400 километров, его максимальная скорость составляет 130 км/ч. На станции зарядки его можно зарядить за полтора часа. С внешним видом электромобиля BYD e2 можно ознакомиться на рис. 1.13.



Рисунок 1.13 Электромобиль BYD e2

В Японии одним из лидеров по производству электромобилей считается Nissan, модель Leaf 2016. По габаритам его длина составляет 4445 мм, ширина 1770 мм, высота 1550 мм. Масса 1521 кг, построен на базе Nissan V. Электромотор расположен в передней части авто и имеет мощность 108 лошадиных сил. Запас хода при полной зарядке составляет 160 км, емкость батареи 24 киловатт часа.

Полностью зарядить Nissan Leaf от бытовой сети с параметрами 220 вольт и 30 ампер можно за 8 часов. Экспресс-зарядка от Nissan восполняет 80% заряда батареи всего за 30 минут. С внешним видом электромобиля Nissan Leaf 2016 можно ознакомиться на рис. 1.14.



Рисунок 1.14 Электромобиль Nissan Leaf 2016

В Германии лидером по производству электрокаров считается BMW, модель i3. Его длина составляет 4011 мм, ширина 1775 мм и высота 1578 мм. Колесная база 2570 мм и 140 мм дорожный просвет. На полном заряде он может проехать 160 км, а с включенным режимом «ECO PRO+» 200 км. Ёмкость батареи составляет 22 киловатт часов, заряжается пятнадцать часов от источника 220 вольт, и он станции за 40 минут. С внешним видом электромобиля BMW i3 можно ознакомиться на рис. 1.15.



Рисунок 1.15 Электромобиль BMW i3

Во Франции лидирующую позицию занимает Renault, модель City K-ZE. Он имеет ёмкость аккумулятора 27 киловатт часов и его хватает на 200 километров пути, мощность электродвигателя 45 лошадиных сил. Зарядить батарею можно за 4 часа. Массу автомобиль имеет 921 кг и максимальная скорость 105 км/ч. По габаритам длина составляет 3740 мм, ширина 1580 мм и высота 1560 мм. С внешним видом электромобиля Renault City K-ZE можно ознакомиться на рис. 1.16.



Рисунок 1.16 Электромобиль Renault City K-ZE

В России существует в 2011 году в Москве «АвтоВАЗ» представил свой первый электромобиль LADA ELLada. По габаритам она имеет длину 4040 мм, ширину 1700 мм и высоту 1500 мм. Масса составляет 1200 кг. Ёмкость аккумулятора 23 киловатт час, максимальный пробег на одном заряде 150 км. Максимальная скорость 130 км/ч. С внешним видом электромобиля LADA ELLada можно ознакомиться на рис. 1.17.



Рисунок 1.17 Электромобиль LADA EL Lada

Если смотреть по регионам России, то лидером по количеству электромобилей в России является Приморском край, в нем зарегистрировано примерно 800 электромобилей, это связано с большей доступностью, чем в других регионах, так как самым популярным электромобилем в РФ является Nissan Leaf. Там же в числе лидеров Москва, в ней зарегистрировано более 400 электромобилей, Хабаровский край 308 регистраций, Иркутска область - 299, Краснодарский край – 289, Амурская область – 147, Подмосковье – 144 и Санкт-Петербург – 106. При этом уже в 75 субъектах РФ есть хотя бы по одному электрокару. В Тюмени и Тюменской области насчитывается около 100 электромобилей.

1.8 Выводы и задачи исследования

Из анализа видов топлив и анализа индустрии электромобилей и зарядных станций можно сделать вывод, что, обращаясь к статистическим данным тема достаточно актуальна не только во всем мире, но и в России. Исследуя мировые и российские тенденции автомобилестроения, в недалеком будущем электротранспорт будет занимать значительную роль в машиностроении ведь он

более экологичен, прост в конструкции и безопасен.

Конечно полностью перейти на электрооборудование невозможно, но частичный переход поможет снизить нагрузку на окружающую среду, ведь очень большое количество углекислого газа выделяется в атмосферу при сгорании топлива.

Во многих развитых странах мира уже рассматриваются различные варианты по введению в оборот еще большего количества электротранспорта. Все чаще и чаще перед крупными корпорациями на совещаниях остро стоит вопрос о необходимости снижения эксплуатации транспорта с двигателями внутреннего сгорания и замена их на новые, экологичные и современные электрокары.

Также и сами производители электромобилей не стоят на месте и с каждым годом нам представляют все более выгодные и удобные решения, которые составляют всё большую конкуренцию автомобилям с ДВС.

Таким образом цель данного исследования – оценить эффективность использования электробуса в различных температурных условиях.

Объект исследования – процесс изменения расхода электроэнергии электробуса в условиях различных температур окружающего воздуха, а предметом исследования данный процесс для электробуса ЛиАЗ 6274.00 с электродвигателем ZF AVE13.

Для достижения цели решается ряд задач:

1. Изучить зарубежный и российский опыт использования электромобилей.
2. Провести анализ законодательной базы по эксплуатации автомобилей на электричестве.
3. Выявить закономерность изменения расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха.
4. Оценить экономическую эффективность эксплуатации электробуса.

ГЛАВА 2 АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая методика исследования

Общая методика исследования представлена следующим образом на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 Общая методика исследования

2.2 Анализ законодательной базы исследуемого вопроса

Законодательная база в Российской Федерации регламентируются в следующих документах:

1) Распоряжение Правительства РФ от 28.04.2018 N 831-р (ред. от 22.02.2019) Глава 5 в которой рассмотрены вопросы «Прогноза продаж электромобилей на Российском рынке» и «Возможные меры поддержки и регулирования» [14].

2) Приказ Минпромторга России от 23.04.2010 N 319 (ред. от 27.12.2013) "Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2020 года" в нем, в пункте 4.2.6, внесли предложения по комплексу мер государственной поддержки, направленных на стимулирование спроса на электромобили, а также автомобили, использующие альтернативные виды топлива [11].

3) Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 22.09.2015 N 122 (ред. от 14.10.2019) "Об утверждении Порядка функционирования систем электронных паспортов транспортных средств (электронных паспортов шасси транспортных средств) и электронных паспортов самоходных машин и других видов техники" [16].

4) Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 02.12.2014 N 225 "Об утверждении Положения о формировании и ведении единого реестра выданных одобрений типа транспортного средства, одобрений типа шасси, свидетельств о безопасности конструкции транспортного средства и зарегистрированных уведомлений об отмене документа, удостоверяющего соответствие требованиям технического регламента Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств" (ТР ТС 018/2011)" [15].

5) Постановление Правительства РФ от 17.07.2015 N 719 (ред. от 30.04.2020) "О подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации" [6].

6) Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 23.04.2020) "О противопожарном режиме" (вместе с "Правилами противопожарного режима в Российской Федерации") [9].

7) Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 26.03.2020) "О Правилах дорожного движения" (вместе с "Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения") [8].

8) Распоряжение Правительства РФ от 17.01.2020 N 20-р «Об утверждении Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года» [13].

9) Постановление Правительства РФ от 20.12.2019 N 1732 "Об утверждении требований к техническому состоянию и эксплуатации аттракционов" [7].

10) "ГОСТ Р 52289-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств" (утв. Приказом Росстандарта от 20.12.2019 N 1425-ст) [1].

11) "ГОСТ Р 52290-2004. Национальный стандарт Российской Федерации. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования" (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 15.12.2004 N 121-ст) (ред. от 20.12.2019) [2].

12) Приказ Минприроды России от 25.04.2016 N 261 "Об утверждении Положения о дендрологическом парке федерального значения "Дендрарий" (Зарегистрировано в Минюсте России 06.07.2016 N 42767) [10].

2.3 Классификация автономных источников электроэнергии

Автономным источником энергии, считается источник, который никак не связан с центральными сетями теплоснабжения и единой энергетической системой страны, предназначенной для получения тепловой или электрической энергии.

В наше время иметь автономный источник электроснабжения стремятся и частые пользователи, и крупные предприятия. Это связано с возможной перебойной подачей электроэнергии у электроснабжающих организаций. Эти перебои приводят не только к финансовым потерям, но и могут стать опасными для жизни человека при отключении в медицинском учреждении или на опасных и вредных производствах.

Низкое качество тока, резкие скачки, перепады и прочее являются основной причиной для установки независимых источников электроснабжения.

Главным достоинством автономного электроснабжения считается бесперебойная работа технологического оборудования. Автономные источники могут использоваться, как в качестве основного, так и в роли резервного источника. Аварийных источник комплектуют устройством АВР, способным подавать напряжение на обесточенный участок электросети за несколько долей секунд.

Что же представляет собой автономные источник электроэнергии. Это целая система, которая включает в себя комплекс элементов. Давайте разберемся с каждым их видом оп порядку.

Солнечные батареи – это система полупроводниковых устройств в виде фотоэлектрических преобразователей, которые преобразуют энергию солнца

в постоянный электрический ток с применением принципа фотоэффекта. Также в солнечную панель входят такие элементы как, материал – полупроводник, состоящий из двух слоев материалов с различной проводимостью. Диэлектрик, тончайший слой элемента, который противостоит переходу электронов. Источник питания, при подключении которого к противостоящему слою, запирающая зона легко преодолевается электронами. В результате появляется упорядоченное движение заряженных частиц, то есть электрический ток. Аккумулятор, необходим для обеспечения хранения и накопления энергии. Штатный контроллер заряда, который управляет процессом зарядки аккумулятора. Инвертор – преобразователь, который производит преобразование постоянного тока, идущий от солнечной батареи, в переменный. Стабилизатор напряжения, обеспечивающий в системе солнечной батареи создание напряжения необходимого диапазона. С схемой работы солнечной батареи можно ознакомиться на рис. 2.2.

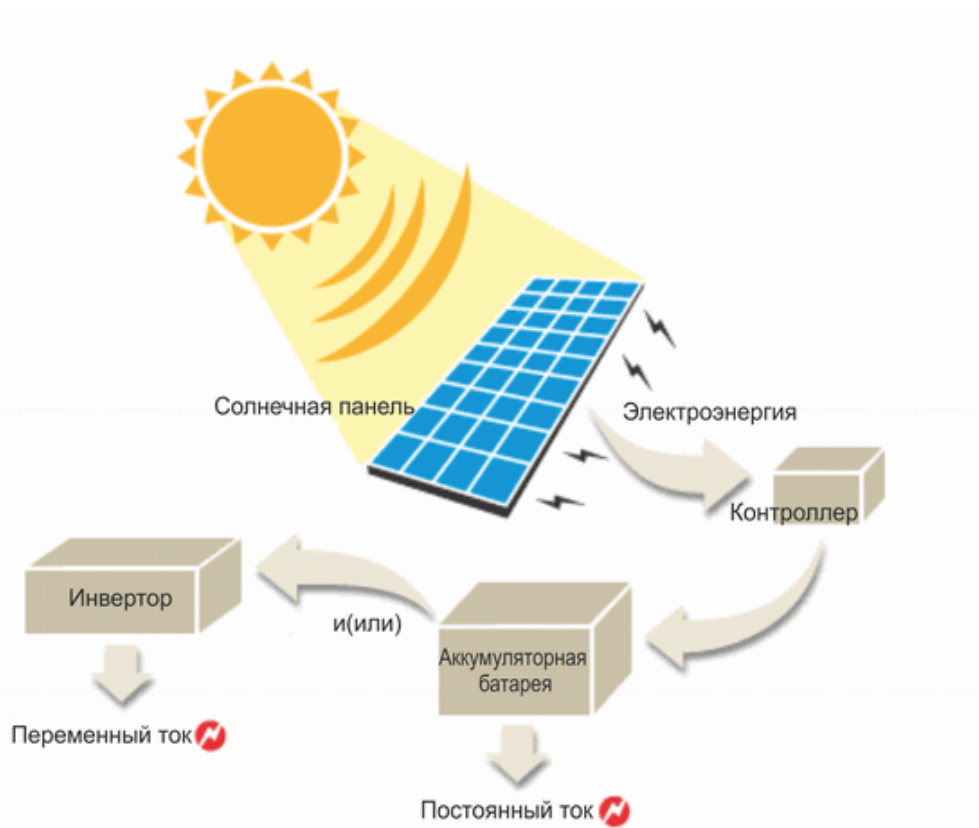


Рисунок 2.2 Схема работы солнечной батареи

Ветрогенераторы – это установка для преобразования энергии ветра в электрическую. Его конструкция состоит из таких элементов как, лопасти турбины, ротор, демпфер, ведущая ось, механизм вращения лопастей, электрогенератор, контроллер вращения, анемоскоп и датчик ветра, хвостовик анемоскопа, гондола, ось электрогенератора, механизм вращения турбины, двигатель вращения и матча.

Принцип работы заключается в том, что, вращаясь ротор генератора создаёт трёхфазный переменный ток, который передаётся на контроллер, далее ток преобразуется в постоянное напряжение и подаётся на аккумуляторную батарею.

Ток проходя по аккумуляторам одновременно и подзаряжает их и использует АКБ как проводники электричества. Далее ток подаётся на инвертор, где приводится в наши привычные показатели: переменный однофазный ток 220 вольт, 50 герц. Если потребление небольшое, то сгенерированного электричества хватает для электроприборов и освещения, если тока с ветряка мало и не хватает - то недостаток покрывается за счёт аккумуляторов. С схемой работы ветроэлектрической установки можно ознакомиться на рис. 2.3.

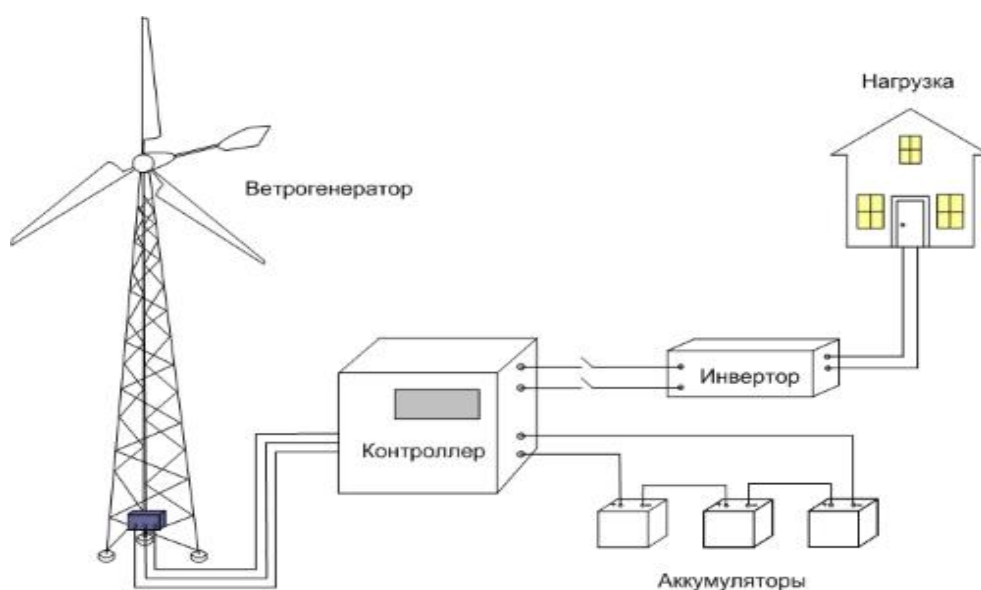


Рисунок 2.3 Схема работы ветроэлектрической установки

Дизельный генератор – состоит из дизельного двигателя с подсистемой его жизнеобеспечения, синхронного или асинхронного генератора переменного тока, системы автоматического управления, мониторинга и контроля дизель – генератора, рамы, на которую крепятся все элементы и оборудование. Существует несколько разновидностей дизель – генераторов. По способу охлаждения различают с воздушным и жидкостным, а по способу подачи воздуха, без турбонадува, с турбонадувом и с турбонадувом и промежуточным охлаждением надувочного воздуха.

Принцип работы состоит в том, что энергия расширения газов, образующихся при сгорании воспламененного от сжатия топлива, в дизельном двигателе внутреннего сгорания преобразуется посредством кривошипно-шатунного механизма в механическую энергию вращения коленвала. Приводимый от двигателя ротор электрогенератора, вращаясь, возбуждает электромагнитное поле, создающее индукционный переменный ток в обмотке генератора, который подается на выход потребителю.

Аккумуляторные батареи – это устройства, которые могут накапливать энергию и питать ей электрические устройства, не вырабатывающие ток самостоятельно. Они состоят из таких элементов как, пластмассовый или эбонитовый корпус, заливная горловина и съемная пробка, сепаратор, пластины с разным потенциалом (отрицательный и положительный), межэлементное соединение и выводы со знаками плюс и минус.

В основе принципа работы АКБ лежит преобразование химической энергии в электрическую. Электроды взаимодействуют с электролитом, образуя в результате воду и сульфат свинца. Необходимо отметить, что в случае такого взаимодействия постепенно уменьшается плотность электролита и, соответственно, мощность аккумулятора.

Стоит отметить, что температура воздуха влияет на режим работы устройства: ее увеличение влияет на некоторое увеличение мощности батареи. Однако вместе с такими изменениями может увеличиться коррозия

электродов и саморазряд. Если на улице минусовая температура воздуха, то можно проследить уменьшение разрядной емкости, уменьшение электролита и замедление химических процессов.

2.4 Выводы по главе

Исходя из проведенного анализа законодательной базы можно сделать вывод, что в Российской Федерации электромобили регламентируются такими же законами, за исключением некоторых поправок, как и автомобили с двигателем внутреннего сгорания.

Для их эксплуатации на территории нашей страны в условиях крупных городов созданы все необходимые условия, однако при перемещении между городами могут возникнуть трудности с заправкой. Конечно есть страны, например, такие как США, Китай и ряд других европейских стран, где все это выполнено на более высоком уровне и там более развито само строение электромобилей, но в ближайшем будущем у России тоже есть все предпосылки для того, чтобы начать двигаться в этом направлении и выполнять поставленные планы и стратегии.

Также во многих регионах нашей страны есть все условия для получения энергии не только через теплоэлектростанции или гидроэлектростанции, но и автономными или альтернативными способами, такими как ветрогенераторы или солнечные батареи.

Однако, недостаточно изучен вопрос влияния внешних условий эксплуатации на скорость разрядки электромобилей. В частности, в данной работе выдвигается гипотеза, что на скорость разряда аккумуляторных батарей влияет температура окружающего воздуха. Данное предположение будет проверено в процессе выполнения данной работы и отражено в 3 и 4 главе.

ГЛАВА 3 ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Объект и предмет исследования

Как было отмечено выше, в данной выпускной квалификационной работе объектом исследования стал электробус марки ЛиАЗ 6274.00, который перевозит пассажиров в городе Тюмень по маршруту №10 «Автовокзал – ЖДВ – а/п Рощино» [12].

Данный автобус эксплуатируется АО Тюменским пассажирским автотранспортным предприятием №1. Были проведены ездовые циклы и получены необходимые данные, которые на предприятии ежедневно фиксируются в программном комплексе 1С. Этот электробус выпускается на Ликинском автобусном заводе в городе Ликино-Дулево, Московская область. Он сконструирован на базе автобуса рестайлинговой модификации ЛиАЗ-5292.65-77.

В отличие от своего предшественника, электробуса ЛиАЗ 6274.00 (ОНС), который был построен на базе ЛиАЗ-5292.22, данный автобус имеет ультрабыстрый разъем для зарядки и на его крыше размещено меньшее количество батарей. Первые экземпляры пользовались тем же методом зарядки, что и электробус в ОНС-исполнении. За счет удаления шахты двигателя, а также размещения полноценного заднего окна и дополнительных сидячих мест электробус получил пространство на крыше, в которое помещается прочее электрооборудование. Данный вариант электробуса успешно прошел тендер, однако в ходе экспериментальной эксплуатации с отсутствием пассажиров на Московском маршруте 73 первый вариант электробуса с пистолетной зарядкой провалил испытания. В сентябре 2018 года электробус вернули на завод изготовитель, а в ноябре того же года он был модернизирован в электробус с динамической подзарядкой.

В сентябре 2018 года был начат выпуск серийных электробусов с зарядкой от пантографа. До конца 2018 года планировалась поставка 100 электробусов в филиалы Северо-Восточный и Центральный ГУП «Мосгортранс» для замены подвижного состава на некоторых троллейбусных и автобусных маршрутов, определённых в конкурсе. По состоянию на апрель 2019 года, поставка электробусов с ультрабыстрой зарядкой осуществлялась с нарушением запланированных сроков, но за три месяца завод нарастил обороты производства. Всего в Москву поставлено 100 электробусов в данном исполнении. В 2020 году в связи с выигрыванием тендера Группы компаний ГАЗ, на заводе будет изготовлено еще 100 электробусов ЛиАЗ-6274, они все будут поставлены в течение текущего года на основную (Давыдовскую) площадку Филиала Центральный ГУП Мосгортранс.

По техническим характеристикам у электробуса ЛиАЗ 6274.00 (ОС) имеется колёсная формула 4 x 2, кузов несущий, вагонной компоновки и количество дверей три с шириной двух по 1325 мм и одной 1225 мм. По оценке завода производителя, ресурс кузова составляет от 10 до 12 лет, число сидячих мест 25 и общее 105-112. Радиус разворота колес заявлен 11,5 м, максимальная скорость 85 км/ч и расход составляет 25 киловатт час на 100 км при движении со скоростью 23 км/ч. Тормозная система пневматическая, двухконтрольная с ABS. По габаритам, его длина составляет 12310 мм, ширина 2500 мм, высота 2880 мм и расстояние между передней осью и задним мостом составляет 5960 мм. Полная масса 18000 кг, высота потолка в салоне от 2200 до 2280 мм, вентиляция естественная через форточки, а также есть принудительная система кондиционирования воздуха. Система отопления радиального типа.

Комплектуется автобус электродвигателем ZF AVE13. Двигатели электропортального моста трехфазные, асинхронные, два по 75 киловатт. Тяговый инвертор трехфазный полумостовой IGBT – преобразователь с

функцией рекуперации (при электродинамическом торможении позволяет вернуть в аккумулятор до 30% энергии, потраченной при разгоне), сам накопитель энергии литий-титанатный аккумулятор «Microvast». Зарядное устройство трехфазное 380 вольт, 10 киловатт. Тормозная система, комбинированная с электродинамическим торможением, тяговым двигателем и пневматический привод с разделением на контуры по осям. Привод насоса гидроусилителя электрический трехфазный 380 вольт. Главный выключатель (АВДУ) двухполосный, дистанционный, с дополнительным выходом управления от внешних датчиков в случае возникновения аварийной ситуации. Прибор контроля изоляции отображает актуальное сопротивление изоляции, также предусмотрен самодиагностики прибора. Система отопления салона жидкостная, с дизельным подогревателем и электрическая вспомогательная. Время полного заряда (от бортового зарядного устройства) 6,5 часов, а от ультрабыстрой зарядной станции 15 минут.

На маршруте существует три зарядные станции. Одна расположена на территории самого ТПАТП №1, другая рядом с Тюменским автовокзалом и последняя на конечной остановке рядом с аэропортом Рощино. С внешним видом Электробуса ЛиАЗ 6274.00 (ОС), станцией для подзарядки и разъемом для зарядки можно ознакомиться на рис. 3.1, 3.2 и 3.3. Схема автобусного маршрута №10 представлена на рис. 3.4.



Рисунок 3.1 Электробус ЛиАЗ 6274.00 (ОС)



Рисунок 3.2 Станция для подзарядки электробуса



Рисунок 3.3 Разъем для зарядки электробуса

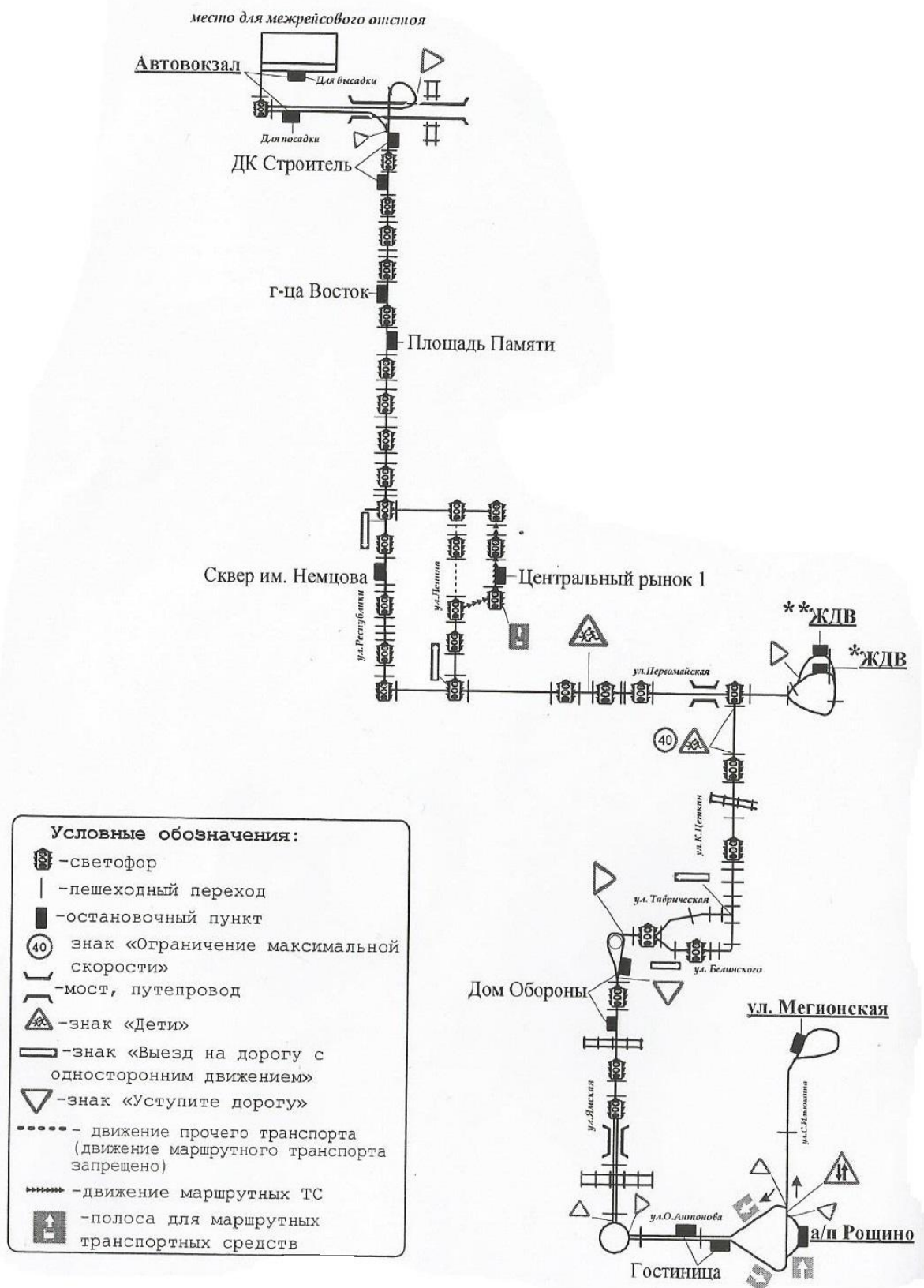


Рисунок 3.4 Схема автобусного маршрута №10 г. Тюмени

3.2 Методика проведения эксперимента

Методика проведения эксперимента заключается в сборе информации о ежедневных пробегах электробуса в различных температурных условиях и потребляемой при этом электроэнергии.

Затем эти данные систематизируются в таблицы на основе которых строятся графические зависимости отдельно для каждого месяца. Также составляется сводный график. Эти графики должны визуальнo представить закономерность потребления электроэнергии электробусом в стандартных и низкотемпературных условиях.

Также изучается влияние дополнительных электроприборов (обогрев салона (печка) и кондиционер) на интенсивность разряда аккумуляторных батарей.

В процессе выполнения работы анализируются прочие факторы, которые могут вызвать повышение расхода электроэнергии автобусом.

3.3 Выводы по главе

Полученные данные АО «ТПАПТ №1» за 4 месяца эксплуатации электробуса, а именно за февраль 2018, август 2019, сентябрь 2019 и октябрь 2019 года, систематизируются и оформляются в таблицы и графики в четвертой главе выпускной квалификационной работы.

Выявление или отсутствие закономерностей влияния температуры окружающего воздуха и дополнительных приборов на расход электроэнергии электробуса позволит оценить его эффективность при эксплуатации в городских и пригородных условиях.

ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

4.1 Обработка результатов эксперимента

Полученные результаты исследования оформлены в виде таблиц и с помощью них составлены графические зависимости, которые строились с учетом методических указаний [4].

Так же посчитан расход электроэнергии электробуса на 100 км при работе автономного отопителя и кондиционера. По регламенту предприятия кондиционер включается при температуре плюс двадцать два градуса Цельсия и выше, а отопитель начинает работать при плюс пяти и ниже. Все данные были получены мной на АО «ТПАТП №1» [5].

В табл. 4.1 представлены данные по потреблению электроэнергии в зависимости от температуры воздуха, а на рис. 4.1 построена графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха.

Таблица 4.1

Изменение потребления электроэнергии электробуса в зависимости от температуры окружающего воздуха в феврале 2018 года

Дата	Пробег, км	Температура воздуха, t°С	Общий расход, кВт*ч	Расход на 100 км, кВт*ч	Дополнительное оборудование
1	163	-14	195	126	Работал отопитель
2	165	-12	193	122	Работал отопитель
5	163	-8	190	118	Работал отопитель
6	203	-8	233	119	Работал отопитель
7	203	-7	232	118	Работал отопитель
8	203	-8	234	115	Работал отопитель
9	204	-7	234	116	Работал отопитель
12	201	-9	235	119	Работал отопитель

1	2	3	4	5	6
13	202	-12	237	121	Работал отопитель
14	202	-13	239	123	Работал отопитель
15	204	-7	233	118	Работал отопитель
16	205	-7	234	116	Работал отопитель
19	202	-4	233	114	Работал отопитель
20	201	-6	230	116	Работал отопитель
21	202	-6	229	117	Работал отопитель
22	204	-7	231	120	Работал отопитель
26	202	-15	240	126	Работал отопитель
27	44	-14	50	124	Работал отопитель
Итого:	3375		3902		

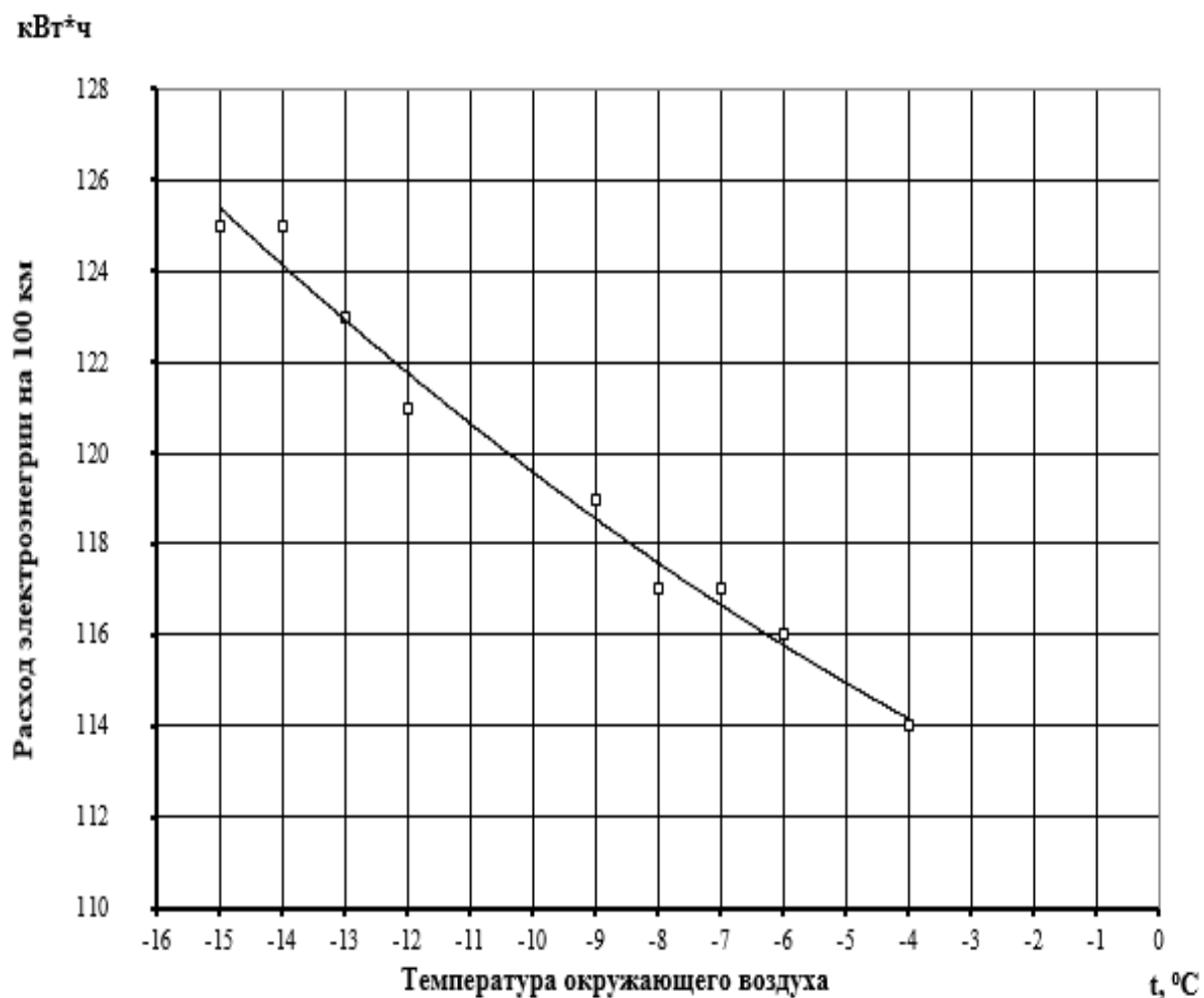


Рисунок 4.1 Графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха в феврале 2018 года

В табл. 4.1. и графической зависимости на рис. 4.1. представлены данные за февраль 2018 года. По ним можно сделать вывод, что при включении отопителя, хоть он в основном и потребляет как топливо дизель, он расходует значительное количество энергии из аккумуляторной батареи, примерно на 26-37 киловатт часов (30-42%) больше. И при повышении температуры окружающего воздуха видно, что и расход начинает уменьшаться, это связано с меньшим использованием отопителя и негативным воздействием минусовой температуры на АКБ.

В табл. 4.2 представлены данные по потреблению электроэнергии в зависимости от температуры воздуха, а на рис. 4.2 построена графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха.

Таблица 4.2

Изменение потребления электроэнергии электробуса в зависимости от температуры окружающего воздуха в августе 2019 года

Дата	Пробег, км	Температура воздуха, t°С	Общий расход, кВт*ч	Расход на 100 км, кВт*ч	Дополнительное оборудование
1	204	20	190	93	
2	203	14	177	88	
5	204	22	227	111	Работал кондиционер
6	203	24	228	112	Работал кондиционер
7	203	16	189	92	
8	204	15	186	90	
9	205	19	201	96	
12	204	26	230	115	Работал кондиционер
13	203	24	227	113	Работал кондиционер
14	204	22	226	113	Работал кондиционер
15	204	23	226	110	Работал кондиционер

Продолжение табл. 4.2

1	2	3	4	5	6
16	204	24	228	114	Работал кондиционер
19	204	22	225	114	Работал кондиционер
20	204	17	190	93	
21	209	18	191	94	
22	205	22	224	112	Работал кондиционер
26	216	15	187	90	
27	204	13	183	89	
28	209	12	194	90	
29	203	17	189	93	
30	204	11	182	87	
Итого	4303		4300		

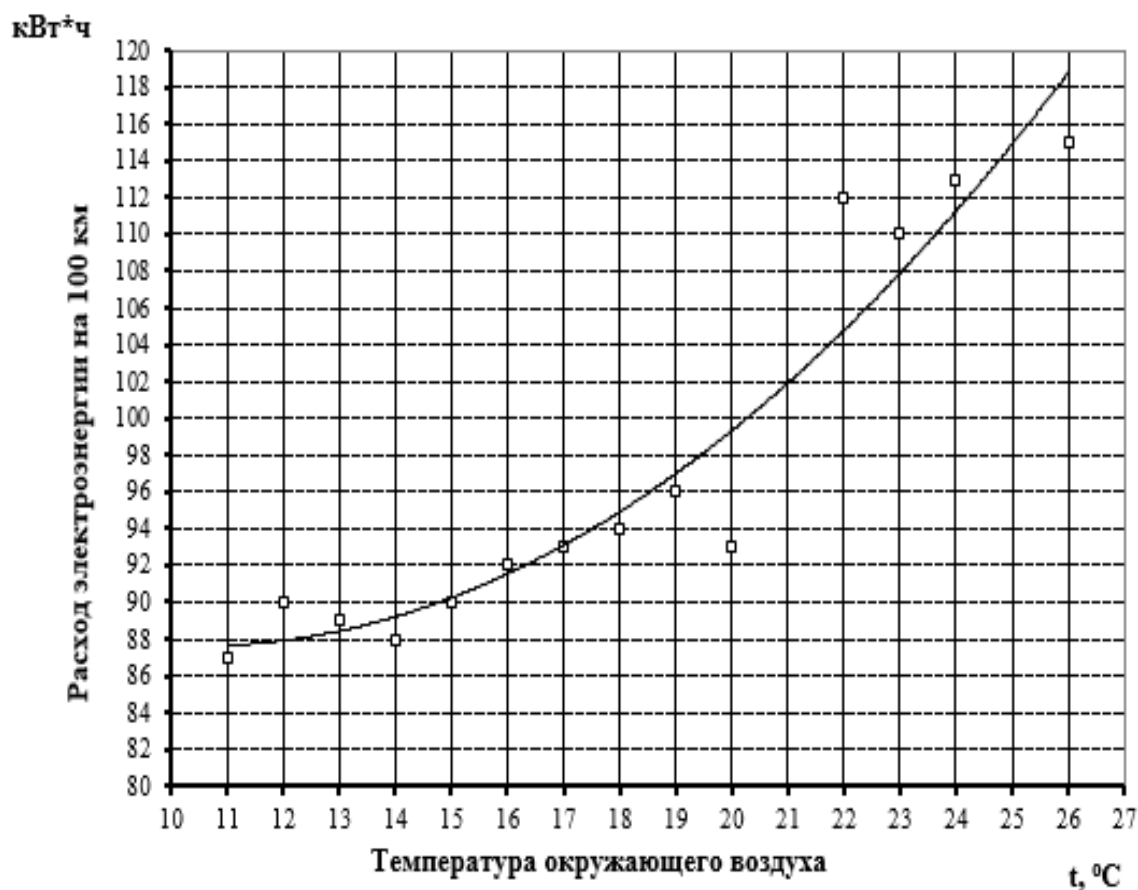


Рисунок 4.2 Графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха в августе 2019 года

Данные за август 2019 года, обработаны и представлены в табл. 4.2 и графической зависимости рис. 4.2. В этом месяце по регламенту предприятия при плюс двадцати двух градусах и выше в салоне электробуса работал кондиционер. Он расходует примерно на 24 киловатт часа (28%) больше электроэнергии, чем при работе в экономичном режиме. На графической зависимости видно, что при его работе происходит резкий скачек потребления.

В табл. 4.3 представлены данные по потреблению электроэнергии в зависимости от температуры воздуха, а на рис. 4.3 построена графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха.

Таблица 4.3

Изменение потребления электроэнергии электробуса в зависимости от температуры окружающего воздуха в сентябре 2019 года

Дата	Пробег, км	Температура воздуха, t°С	Общий расход, кВт*ч	Расход на 100 км, кВт*ч	Дополнительное оборудование
2	202	12	191	85	
3	209	15	193	88	
4	204	14	194	89	
5	204	15	197	93	
6	202	16	196	91	
9	201	17	194	87	
10	210	15	189	90	
11	207	16	199	91	
12	205	17	203	88	
13	204	20	201	89	
16	209	13	194	87	
17	203	15	190	92	
18	203	14	187	88	
19	204	12	181	86	
23	206	5	230	114	Работал отопитель

1	2	3	4	5	6
24	209	7	201	96	
25	210	6	199	94	
26	202	5	224	112	Работал отопитель
27	141	6	140	91	
30	82	9	72	90	
Итого	3919		3775		

кВт*ч

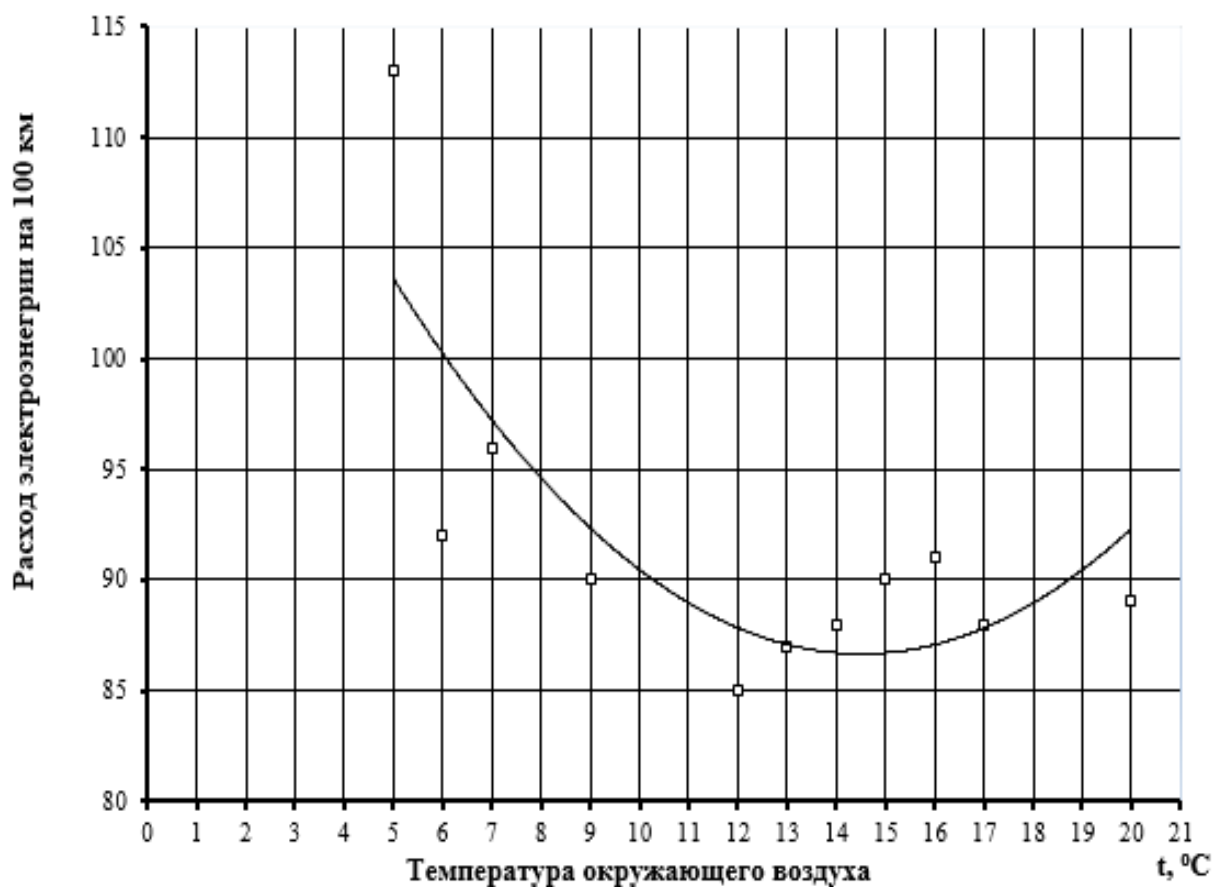


Рисунок 4.3 Графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха в сентябре 2019 года

Табл. 4.3 и графическая зависимость рис. 4.3 были составлены на основе данных за сентябрь 2019 года. Во время работы в этом месяце отопитель включался всего два раза и расходовал на 26-37 киловатт часов (30-42%) электроэнергии больше, а все остальное время электробус работал в

экономичном режиме и иногда прогревал салон перед сменой, не затрачивая при этом электроэнергию электробуса. По графику видно, что затраты энергии резко уменьшились при прекращении использования автономного отопителя.

В табл. 4.4 представлены данные по потреблению электроэнергии в зависимости от температуры воздуха, а на рис. 4.4 построена графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха.

Таблица 4.4

Изменение потребления электроэнергии электробуса в зависимости от температуры окружающего воздуха в октябре 2019 года

Дата	Пробег, км	Температура воздуха, t°С	Общий расход, кВт*ч	Расход на 100 км, кВт*ч	Дополнительное оборудование
1	84	10	71	90	
4	221	17	183	89	
7	206	17	185	91	
8	205	17	183	90	
9	206	19	180	92	
10	205	9	201	98	
11	206	8	202	96	
14	207	10	203	92	
15	208	9	199	95	
16	208	4	230	113	Работал отопитель
17	209	3	231	112	Работал отопитель
18	206	0	235	114	Работал отопитель
21	208	0	237	113	Работал отопитель
22	208	5	230	113	Работал отопитель
23	208	1	233	115	Работал отопитель
24	207	6	201	97	

1	2	3	4	5	6
25	207	5	236	116	Работал отопитель
28	197	9	198	96	
29	220	-2	238	117	Работал отопитель
30	209	-2	239	118	Работал отопитель
31	166	-4	185	119	Работал отопитель
Итого	4199		4300		

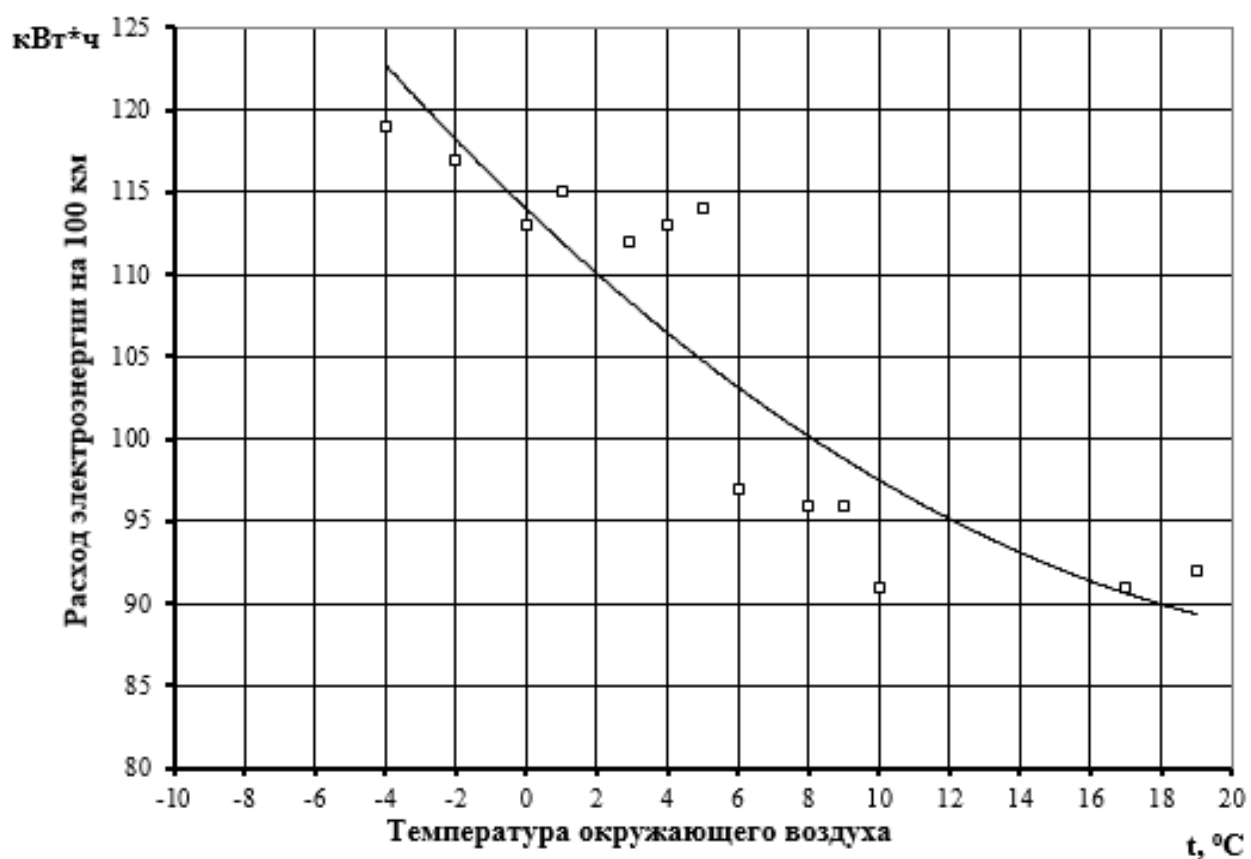


Рисунок 4.4 Графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха в октябре 2019 года

Данные табл. 4.4 и графической зависимости рис. 4.4 были составлены в октябре 2019 года. Ближе к концу месяца погода опустилась до плюс пяти

градусов Цельсия и ниже. Водитель использовал автономный отопитель для прогрева салона. По графической зависимости видно, что расход электроэнергии возрос примерно на 26-37 киловатт часов (30-42%).

На рис. 4.5 представлена общая графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха за все исследуемые месяца.

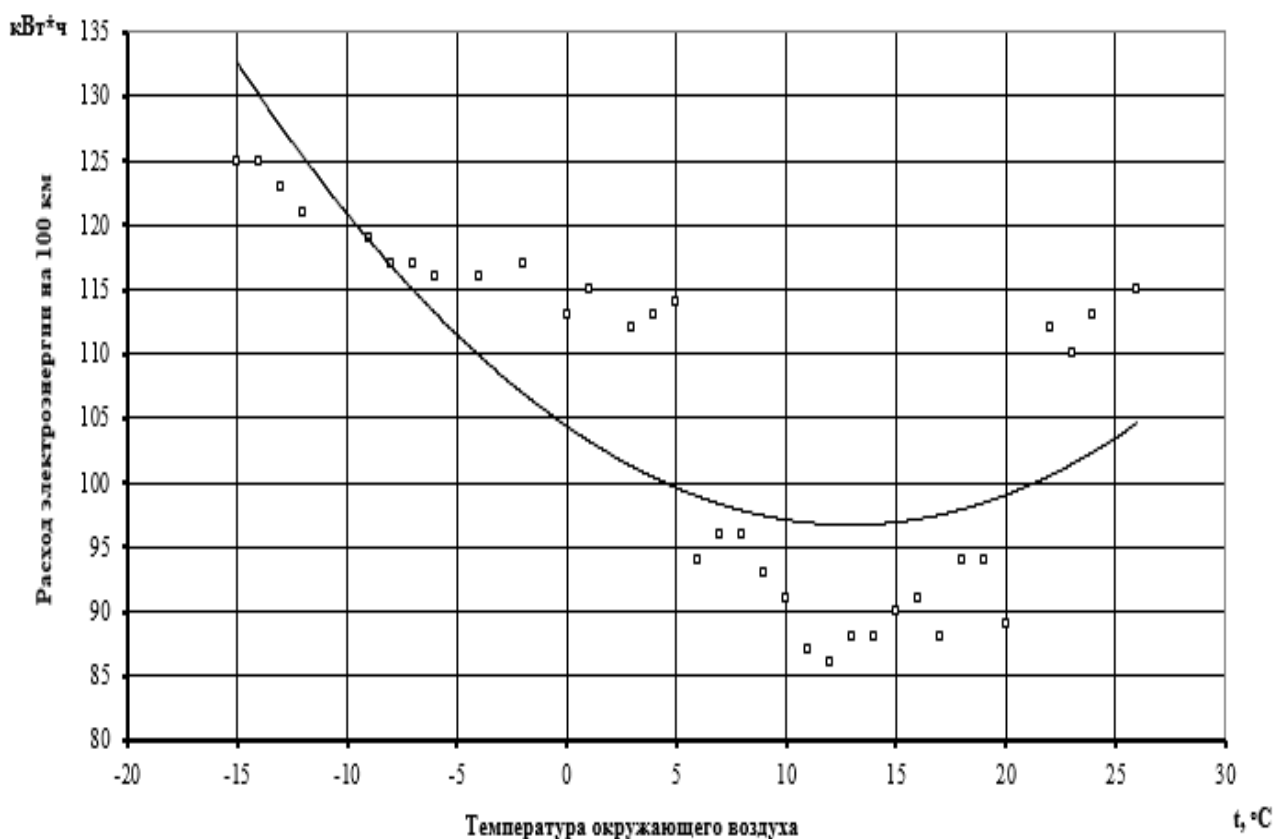


Рисунок 4.5 Общая графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха за все исследуемые месяца

На рис. 4.6 представлена общая графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха за все исследуемые месяца без учета расхода электроэнергии на отопитель и кондиционер.

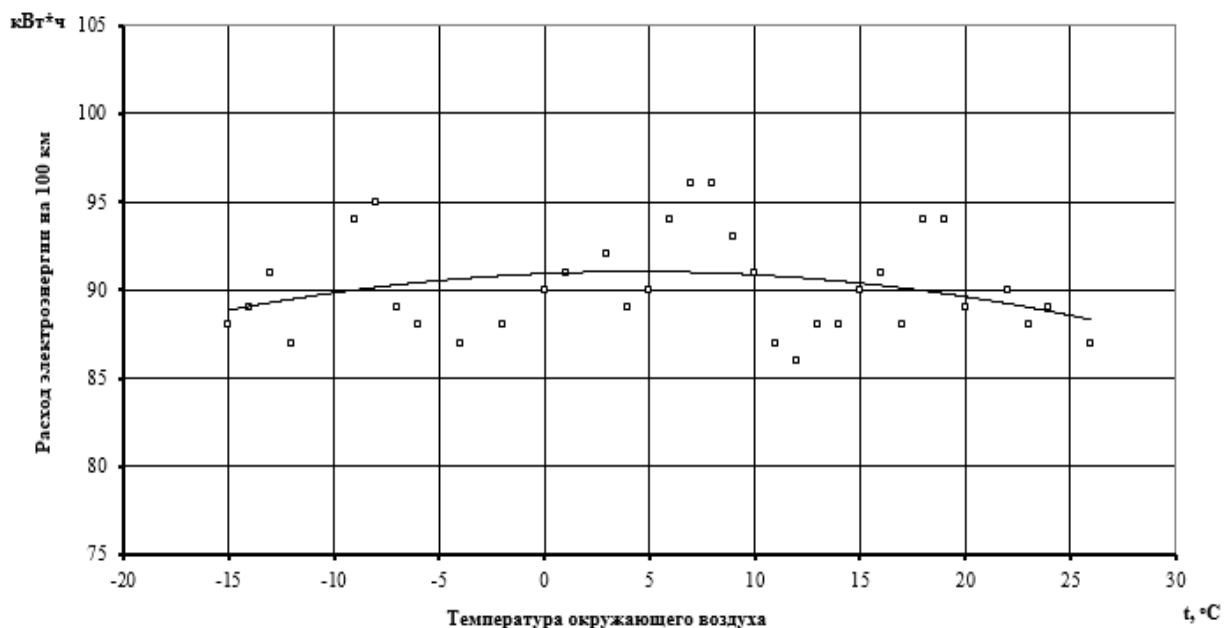


Рисунок 4.6 Общая графическая зависимость расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха за все исследуемые месяца без учета расхода электроэнергии на отопитель и кондиционер

На основе графической зависимости рис. 4.5 видно, что при изменении температуры окружающего воздуха происходило повышение расхода электроэнергии электробуса. Можно увидеть, что резкие скачки происходят при плюс пяти градусах Цельсия и ниже и при плюс 22 двух градусах Цельсия и выше. Это в большей степени связано не с воздействием температуры на АКБ, а с включением, дополнительного оборудования которое начинает расходовать энергию АКБ при отоплении на 30-42% (26-37 киловатт час) больше, а при включении кондиционера на 28% (24 киловатт час) больше.

На основе второй графической зависимости, рис 4.6, показано, как бы выглядел расход электроэнергии без включения дополнительных приборов. По ней видно, что расход увеличивается максимум на 8 киловатт часов (10%). Можно сделать вывод, что температура воздуха не так сильно влияет на потребление, как кондиционер и автономный отопитель.

4.2 Экономический анализ проведенного исследования

Для того, чтобы сделать экономический анализ исследования, была посчитана окупаемость электробуса используя данные департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы, в которых указана стоимость электробуса и его аналога на дизельном топливе, так же для примера в табл. 4.5 была указана стоимость автобуса на газовом оборудовании, троллейбуса и трамвая и для наглядности добавлена стоимость обслуживания и расходы на единицу транспортного средства в год [3].

Данные по стоимости электробуса и его аналога на дизельном топливе представлены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Сравнение видов пассажирского транспорта в городе Москва по затратам

Показатели	Вид общественного транспорта				
	Электробус ЛиАЗ- 6247.00.	Автобус на ДТ ЛиАЗ- 5292. 65- 77	Автобус газовый ЛиАЗ- 522971	Троллейбус	Трамвай 71-931М «Витязь- М»
Пассажироёмкость	85	85	85	85	185
Рублей на 1 пассажиро-место	1,59	1,31	1,21	1,67	1,20
Цена ТС, руб.	34089160	13173000	13136510	18000000	104348000
Стоимость АКБ электробуса, руб.	9450560	-	-	-	-

Продолжение табл. 4.5

1	2	3	4	5	6
Техническое обслуживание и ремонт ТС	2016040	879600	1020000	795680	3466660
Расходы на единицу ТС в год, руб.	8113900	6705890	6185630	7115340	14418510

Для сравнения с ним был взят автобус марки ЛиАЗ-5292. 65-77, который работает на дизельном топливе, на его базе построен электробус ЛиАЗ 6274.00. Его расход составляет 29 литров на 100 километров. У электробуса же средний расход 97 киловатт час на 100 километров. Маршрут, на котором они работают я взял №10 «Автовокзал – ЖДВ – а/п Рощино» на котором за один рабочий день они проезжают 200 километров.

$$L_{\text{мес}} = L_{\text{д}} \cdot D, \quad (4.1)$$

где $L_{\text{мес}}$ - расстояние за месяц, км;
 $L_{\text{д}}$ - расстояние за день, км;
 D - дней в месяце.

По формуле 4.1 получилось, что за 30 дней работы они проезжают 6000 километров.

$$R_{\text{м}} = R \cdot 60, \quad (4.2)$$

где $R_{\text{м}}$ - месячный расход, л;
 R - расход на 100 километров, л.

По формуле 4.2 за это расстояние ЛиАЗ-5292. 65-77 расходует 1740 литров дизельного топлива, а электробус 5820 киловатт час электроэнергии.

$$C_M = R_M \cdot C_{\text{топ}}, \quad (4.3)$$

где C_M - стоимость топлива за месяц, руб.;

R_M - месячный расход, л;

$C_{\text{топ}}$ - стоимость топлива за единицу, руб.

Далее по формуле 4.3 была посчитана стоимость затраченного топлива для автобуса и электроэнергии для электробуса за месяц, чтобы выяснить, на сколько экономичнее получается электрический двигатель по сравнению с дизельным.

При стоимости дизельного топлива 48 рублей 15 копеек за литр, на ЛиАЗ-5292. 65-77 необходимо тратить в месяц 83781 рубль, далее умножаем это на 12 месяцев и получаем 1005372 рубль затрат на топливо в год.

У электробуса, при стоимости одного киловатт часа 2 рубля 92 копейки, предприятию необходимо тратить в месяц 16995 рублей, а за год 203933 рубль.

Из затрат на дизель в год вычитаем затраты на электроэнергию в год и таким образом получается, что предприятие экономит на топливе 801439 рублей.

Однако стоимость электробуса по сравнению с дизельным автобусом очень велика, и она составляет 34089160 рублей. При приведенной выше экономии его полная окупаемость составит 42 года и 7 месяцев. Из этого можно сделать вывод, что это не выгодно предприятиям без государственной поддержки или субсидирования.

Так же в моем экономическом расчете не бралось во внимание, что его обслуживание и расходы больше чем у автобусов на дизельном топливе и ГБО.

ГЛАВА 5 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

К работе на электробусе допускаются водители, которые успешно прошли обучение по управлению и конструктивным особенностям электробуса ЛиАЗ-6274.

На электробусе необходимо иметь два рабочих огнетушителя. Один в кабине у водителя, а второй в салоне

Запрещена эксплуатация электробуса при обнаружении неисправности в системе нахождения и тушения пожара. После срабатывания генераторов огнетушащего аэрозоля должна производиться их замена и проверка, только после этого разрешено продолжение эксплуатации.

Необходимо иметь аптечку в кабине водителя с набором средств для первой и экстренной медицинской помощи.

Запрещается эксплуатация электробуса при обнаружении неисправности в гидроусилителе руля. Разрешено только доехать до гаража без пассажиров со скоростью не более 40 км/ч.

Не допускается эксплуатация электробуса при сигнализировании контрольной лампой на панели приборов нарушения изоляции силовых высоковольтных проводов (оранжевого цвета).

При мойке кузова, а также при мойке узлов тягового электропривода электробуса категорически запрещается очищать элементы электрооборудования моющими аппаратами высокого давления и растворителями. Допускается сухая чистка и ручная мойка.

Если шины электробуса не соответствуют по индексам скорости и нагрузки, а также по размеру, то их эксплуатация запрещена.

Так же запрещается эксплуатация электробуса с разным рисунком протектора шин на одной оси.

Подключать оборудование 12 вольт непосредственно к клеммам одной из АКБ запрещено. При таком подключении в сети могут возникать токи, наносящие ущерб электронным устройствам электробуса.

В случае возгорания одного или нескольких узлов тягового привода, используйте огнетушитель для тушения пламени, также его можно засыпать землей, песком, накрыть его войлоком или брезентом.

Запрещается заливать тяговое электрооборудование водой. В случае обнаружения возгорания элементов тягового электропривода необходимо незамедлительно отключить тяговые батареи с помощью кнопки «Аварийное отключение батарей», расположенной на панели приборов, далее выключить зажигание [17, с. 18].

Перед запуском системы тягового привода необходимо убедиться, что электробус находится в режиме готовности к движению.

После запуска электробуса необходимо проанализировать состояние компонентов тягового электроприводов по индикациям на комбинации приборов. В случае имеющихся индикаций о неисправном состоянии батарей, отопителей батарей, силовых контакторов, тягового электропривода необходимо выключить зажигание на 60 сек и повторить запуск электробуса. В случае, если индикации о неисправном состоянии пропали, то разрешается дальнейшее движение. В случае, если индикации неисправного состояния снова появились требуется анализ и поиск неисправности:

- в случае выхода из строя модулей батареи допускается, при этом оценивается её эффективность исходя из того, что энергия одного модуля батареи обеспечивает запас хода 10-12 км при полной загрузке электробуса, а также снижаются тягово-динамические характеристики транспортного средства;

- в случае не запуска более одного отопителя батарей при отрицательных температурах (ниже минус 15°C) и отсутствия прогрева

батареи до температуры минус 15°С дальнейшая эксплуатация электробуса не допускается.

Отопитель включается автоматически, если температура батареи ниже 15 градусов. [17, с. 19].

При температуре окружающего воздуха выше минус 15°С движение электробуса допускается сразу после его запуска. При температуре тяговой батареи ниже минус 15°С движение электробуса запрещается электронной системой управления.

Если давление в контурах пневматического привода тормозных механизмов ниже 570 кПа нельзя начинать движение, то есть пока не погаснут контрольные лампы.

Не рекомендуется при движении ТС включать режим нейтраль. Во время движения выключать - включать питание приборов ("замок зажигания") и отключать дистанционный выключатель массы. Отключать тяговый электропривод с помощью кнопки аварийного отключения батарей.

Для энергосбережения и увеличения автономного хода, и как следствие сохранение ресурса тяговых батарей рекомендуется обеспечивать движение электробуса без резких ускорений и резких торможений.

Не удерживать рулевое колесо в крайнем положении больше 5 секунд, это может привести к перегреву масла и выходу из строя насоса гидроусилителя.

Во время движения нельзя регулировать рулевую колонку или водительское сидение, только на стояночном тормозе.

Избегайте заезда в глубокие лужи (более 40-45 см глубиной), это может привести к попаданию воды в задний мост и негерметичные узлы.

Отключайте «массу» соответствующей кнопкой при стоянке более двух часов. Если стоянка происходит более трех суток, необходимо отключать АКБ, во избежание разрядки. В случаях отказа дистанционного выключения «массы», следует отключить «массу» нажатием на

механическую кнопку непосредственно на самом выключателе массы, установленном рядом с АКБ 24 В, после чего следует проконтролировать фактическое отключение аккумуляторов по приборной панели [17, с. 20].

Открытое пламя при устранении неисправностей аппаратов и трубопроводов различных систем запрещено.

Жидкости применяемые в системах отопления и охлаждения двигателя, а также низкотемпературные охлаждающие жидкости очень ядовиты.

В редких ситуациях можно использовать воду в системе охлаждения. Необходимо знать, что при использовании штатных кранов и пробок не обеспечивается 100-процентный слив охлаждающей жидкости из систем охлаждения и отопления. Именно поэтому температура замерзания антифриза будет ниже. Для того, чтобы установить фактическую температуру замерзания необходимо выполнить анализ жидкости после её перемешивания в системе.

Нежелательно использование герметиков для системы охлаждения, потому что, это может привести к накоплению отложений на участках замедленного протекания охлаждающей жидкости в радиаторах и отопителях салона.

При выполнении электросварочных работ необходимо снять плюсовую клемму с аккумуляторной батареи, для того, чтобы избежать выхода из строя электрической части автобуса.

При сварочных работах заземляющий кабель необходимо цеплять за контрольные точки, указанные в инструкции.

Монтаж или демонтаж электронных блоков необходимо выполнять с выключенным зажиганием.

Отсоединяйте жгуты от разъемов электронного блока управления EBS, жгуты от разъемов системы управления тяговым инвертером ELFA2 DV4-650WH при выполнении электросварочных работ.

Без заземляющей перемычки между электродвигателем, тяговым инвертором и каркасом электробуса, так как без такой перемычки на корпусах электрических аппаратов может возникать напряжение и поражать человека при его контакте с указанными электрическими машинами.

Не проводите сварочные или другие работы с применением огня ближе чем два метра от генераторов огнетушащего аэрозоля системы пожаротушения.

При длительных перерывах в работе кондиционера, во избежание потери подвижности механических деталей и герметичности уплотнительных элементов, необходимо не реже одного раза в месяц включать кондиционер на 15 мин. При этом температура окружающего воздуха не должна быть ниже минус 5°C.

Неподготовленные специалисты не допускаются до ремонта и демонтажа кондиционера или шлангов, ведущих к нему. [17, с. 23].

К обслуживанию тягового электрооборудования строго не допускается персонал, имеющий кардиостимуляторы и металлические импланты.

Во время обслуживания тягового электрооборудования запрещено иметь при себе металлические предметы (ключи, часы и т.д.), запоминающие устройства (флеш-карты, съемные жесткие диски и т.д.).

Перед началом любых работ по сборке, монтажу, ремонту или съему электрооборудования электробуса необходимо убедиться в его неподвижности.

Существуют базовые правила, которые нужно соблюдать перед началом работ, для безопасной работы с любым элементом электрической системы.

Отключить элемент, с которым предполагается работа от электропитания и предупредить возможности по самовыключению оборудования.

После отключения элемента от системы электропитания работа с ним сразу после отключения недопустима. Необходимо подождать не менее пяти

минут перед началом работы. Убедиться, что оборудование не находится под напряжением и заземлить элемент с которым предполагается работа и разрядить остаточный емкостной заряд путем замыкания высоковольтных контактов на элементе. Огородить рабочую зону от контактов с оборудованием под напряжением.

Перед началом работы с тяговым электрооборудованием необходимо отключить тяговые батареи от общей системы. Отключение осуществляется через индивидуальные сервисные выключатели батарейных блоков (общее число выключателей – 6 штук).

Перед началом любых работ над тяговым электродвигателем необходимо зафиксировать электрообус и убедиться в его полной неподвижности.

При выполнении электросварочных работ отсоединяйте управляющие кабели и жгуты от всего тягового электрооборудования, отключите массу и снимите клеммы штатного аккумулятора 24В.

Перед разборкой любого элемента тягового электрооборудования необходимо надежно изолировать его от других элементов электросистемы [19, с. 24].

При буксировке в буксируемом ТС должен находиться водитель и контролировать процесс буксировки.

Разрешается буксировка электрообуса только на жесткой сцепке.

Требования по безопасности при буксировке различаются в зависимости от работоспособности тягового электропривода и накопителя энергии.

В случае, когда ТС не имеет неисправностей в системе тягового электропривода и обеспечивается его бортовое электропитание от тяговых батарей необходимо:

-установить ключ зажигания в положение «1», это позволит разблокировать контактор внутри тягового инвертора, т.е. будет снято короткое замыкание приводного двигателя РЕМ при отсутствии дальнейших

активных ошибок. При выключенном зажигании фазовые обмотки электродвигателя замкнут накоротко контактором, установленным в тяговом инверторе. Вращать электродвигатель при этом нельзя, это приведет к возгоранию электродвигателя и тягового инвертора.

- перевести тяговый электропривод в режим «N» (нейтраль);
- включить аварийную световую сигнализацию;
- установить жесткую сцепку на тягач и буксируемое ТС;
- в случае отказа воздушного компрессора закачать воздух в пневмосистему буксируемого ТС от пневмосистемы тягача. В случае отсутствия возможности обеспечить подачу воздуха в пневмосистему буксируемого ТС необходимо механически разблокировать энергоаккумуляторы тормозных камер;
- произвести буксировку ТС.

При данной буксировке в данном случае не допускается

- превышать скорость движения, буксируемого ТС выше 15 км/ч;
- буксировать ТС с неработающей системой охлаждения тягового электропривода;
- превышать расстояние буксировки – не более 20 км;
- наличие пассажиров в салоне ТС.

В случае, когда электробус не имеет бортового электропитания тягового привода (в результате неисправности или разряда тяговых батарей) для буксировки необходимо:

- установить ключ зажигания в положение «1»; это позволит разблокировать контактор внутри тягового инвертора, т.е. будет снято короткое замыкание приводного двигателя РЕМ при отсутствии дальнейших активных ошибок. При выключенном зажигании фазовые обмотки электродвигателя замкнут накоротко контактором, установленным в тяговом инверторе. Вращать электродвигатель при этом нельзя, это приведет к возгоранию электродвигателя и тягового инвертора;

- перевести тяговый электропривод в режим «N» (нейтраль);
- включить аварийную световую сигнализацию кнопкой;
- установить жесткую сцепку на тягач и буксируемое ТС;
- закачать воздух в пневмосистему буксируемого ТС от пневмосистемы

тягача. В случае отсутствия возможности обеспечить подачу воздуха в пневмосистему буксируемого ТС необходимо механически разблокировать энергоаккумуляторы тормозных камер;

- произвести буксировку ТС.

При буксировке в данном случае не допускается:

- превышать скорость движения, буксируемого ТС выше 15 км/ч;
- превышать расстояние буксировки – не более 20 км;
- наличие пассажиров в салоне ТС.

При буксировке в данном случае необходимо по данным информационного ЖК-экрана на комбинации приборов контролировать напряжение в тяговом электроприводе. При возникновении напряжения выше 750 вольт снизить скорость буксировки.

При буксировке в данном случае необходимо по данным на комбинации приборов контролировать температуру охлаждающей жидкости в системе охлаждения тягового электропривода. При увеличении и постоянном росте температуры охлаждающей жидкости буксировку прекратить.

При возникновении напряжения 750 В, повышения температуры охлаждающей жидкости и невозможности буксировки с меньшей скоростью приостановить буксировку, рассоединить трансмиссию и колеса, продолжить буксировку.

Для рассоединения трансмиссии и колес требуется демонтировать обе полуоси моста для рассоединения трансмиссии с колесами. После демонтажа полуосей на те же сопрягаемые поверхности в целях исключения утечки смазки и попадания воды в картер моста необходимо установить:

- крышки (ZF 4472.235.021);
- уплотнительные кольца (ZF 0634.303.940);
- болты (ZF 0636.021.250).

Запрещается буксировка без включенного зажигания, буксировка если на панели приборов горит индикатор «STOP» (немедленно прекратить движение и перезапустить электросистему электробуса), буксировка, если возникает большое сопротивление в тяговом электроприводе.

При буксировке контролировать высоковольтное напряжение (не более 750 В) и температуру охлаждающей жидкости в системе охлаждения тягового электропривода (не более 50°C) [17, с. 27].

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В моей выпускной квалификационной работе была проведена оценка эффективности использования электробуса в различных температурных условиях.

Было выдвинуто предположение, как сильно влияет температура окружающего воздуха на потребление энергии электробусом или какие другие факторы способствуют этому. В ходе исследований было обнаружено, что сильно отрицательная или положительная температура не так существенно влияют на заряд АКБ, как включенные дополнительные приборы по типу автономного отопителя и кондиционера. Они нагружают батарею на 24-37 киловатт часов (28-42%) сильнее.

Таким образом был сделан вывод, что температура окружающего воздуха влияет не на прямую, а через дополнительное оборудование, которое необходимо включать для комфортной перевозки пассажиров.

Исходя из основных положений выпускной квалификационной работы, были сделаны следующие выводы:

1. В Российской Федерации строение и использование электромобилей находится на более низком уровне, чем в США, Японии, Китае и Европе, однако у нас имеются опытные образцы автомобилей с электродвигателем и в крупных городах имеются сети зарядных станций.

2. Со стороны законодательной базы в РФ существует достаточное количество распоряжений, законов, решений, постановлений и ГОСТов, которые поддерживают и развивают инфраструктуру электромобилей.

3. Температура окружающего воздуха влияет на расход электроэнергии электробуса не на прямую, а через дополнительное оборудование, которое необходимо включать для комфортной перевозки пассажиров. Расход потребления электроэнергии увеличивается на 24-37 киловатт часов (28-42%).

С точки зрения экономической эффективности электробус не выгоден без поддержки государства или субсидирования, так как его окупаемость составляет 42 года 7 месяцев.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ГОСТ Р 52289-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_348566/.

2 ГОСТ Р 52290-2004. Национальный стандарт Российской Федерации. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136548/.

3 Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://www.mos.ru/dt/>.

4 Методическое руководство по выполнению выпускной квалификационной работы для обучающихся направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов всех форм обучения / сост. М.Ю. Акимов, Д.А. Захаров; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ, 2019. – 32 с.

5 Пассажирское автотранспортное предприятие №1 г. Тюмень [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://www.tat72.ru>.

6 Постановление Правительства РФ от 17.07.2015 N 719 (ред. от 30.04.2020), [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_183175/.

7 Постановление Правительства РФ от 20.12.2019 N 1732, [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_342266/.

8 Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 26.03.2020), [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/.

9 Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 23.04.2020), [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129263/.

10 Приказ Минприроды России от 25.04.2016 N 261, [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_201375/.

11 Приказ Минпромторга России от 23.04.2010 N 319 (ред. от 27.12.2013) [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297129/.

12 Расписание «Тюменьгортранс» г. Тюмень [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://tgt72.ru/schedule/>.

13 Распоряжение Правительства РФ от 17.01.2020 N 20-р, [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343384/.

14 Распоряжение Правительства РФ от 28.04.2018 N 831-р (ред. от 22.02.2019), [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297129/.

15 Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 02.12.2014 N 225, [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_186589/.

16 Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 22.09.2015 N 122 (ред. от 14.10.2019), [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=PRJ&n=172761#07586234509608047>.

17 Руководство по эксплуатации Электробуса ЛиАЗ – 6274 6274-0000010РЭ.

18 Эксплуатация автомобилей на различных видах топлива и заправочные комплексы: методические рекомендации к практическим (семинарским) занятиям для студентов направления подготовки 23.04.01

«Технология транспортных процессов» очной и заочной формы обучения / сост. Е. М. Чикишев; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2018. – 24 с.

19 Gimenez-Gaydou, D. A. Optimal location of battery electric vehicle charging stations in urban areas: A new approach / D. A. Gimenez-Gaydou, A. S. N. Ribeiro, J. Gutierrez, A. P. Antunes // International Journal of Sustainable Transportation. - 2016.

20 He, S. Y. Incorporating institutional and spatial factors in the selection of the optimal locations of public electric vehicle charging facilities: A case study of Beijing, China / S. Y. He, Y. H. Kuo, D. Wu // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. - 2016.

ИЛЛЮСТРАТИВНАЯ ЧАСТЬ

Иллюстрация А.1



Иллюстрация А.2

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ


Современное общество имеет интенсивное технологическое развитие. Это приводит к ухудшению экологической обстановки во многих странах мира.

Для снижения негативного влияния от автомобильного транспорта в последнее десятилетие набирает популярность уход от традиционных двигателей внутреннего сгорания в сторону более экологичных, таких как электромобили и гибридные двигатели, которые значительно экологичнее.



Ежегодный объем мировых выбросов углекислого газа в атмосферу составляет 10 млрд тонн, из которых 8,5 млрд тонн производится при изготовлении и сжигании нефтепродуктов.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ


3
 университет
 Томский
 государственный
 университет


Цель работы:

Оценить эффективность использования электробуса в различных температурных условиях.

To evaluate the efficiency of using an electric bus in various temperature conditions.

Задачи:

1. Изучить зарубежный и российский опыт использования электромобилей.
2. Провести анализ законодательной базы по эксплуатации автомобилей на электричестве.
3. Выявить закономерность изменения расхода электроэнергии электробуса от температуры окружающего воздуха.
4. Оценить экономическую эффективность эксплуатации электробуса.


4
 университет
 Томский
 государственный
 университет

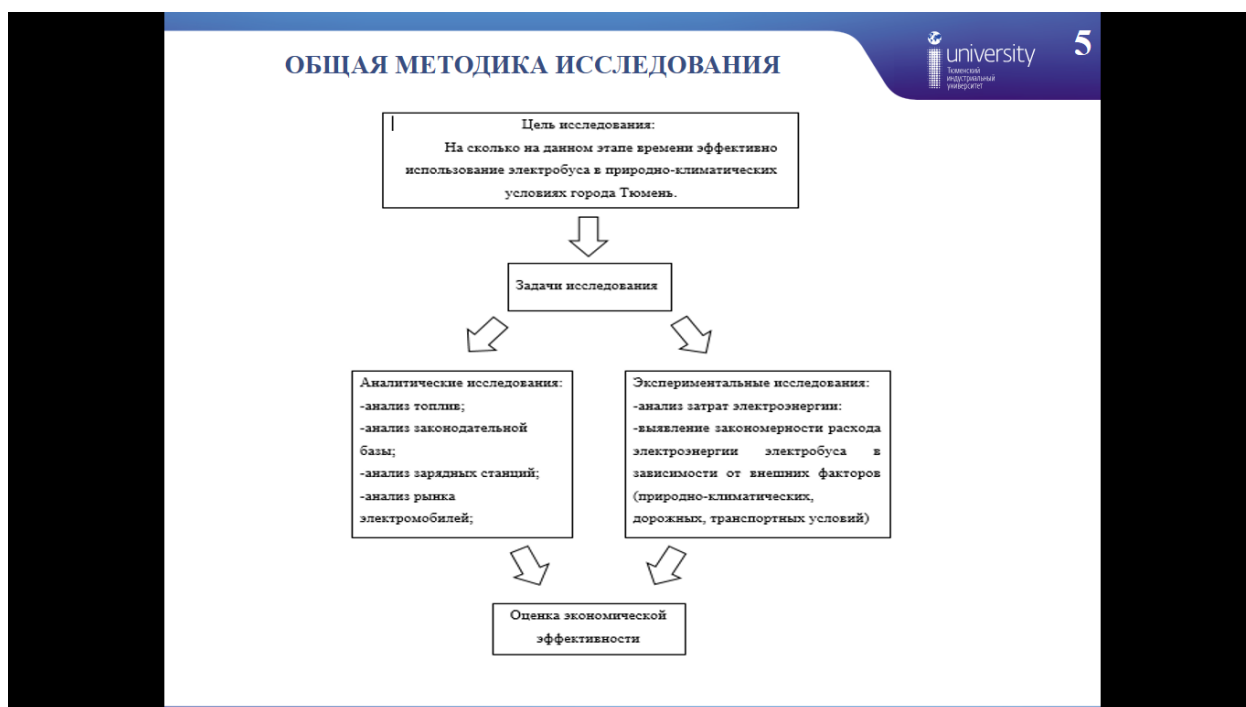
ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ


4
 университет
 Томский
 государственный
 университет

Объектом исследования является процесс изменения расхода электроэнергии электробуса в условиях различных температур окружающего воздуха.

Предметом исследования является данный процесс для электробуса ЛиАЗ 6274.00 с электродвигателем ZF AVE13.





АНАЛИЗ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ

Распоряжение Правительства РФ от 28.04.2018 N 831-р (ред. от 22.02.2019).	Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 26.03.2020).
Приказ Минпромторга России от 23.04.2010 N 319 (ред. от 27.12.2013).	Распоряжение Правительства РФ от 17.01.2020 N 20-р.
Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 22.09.2015 N 122 (ред. от 14.10.2019).	Постановление Правительства РФ от 20.12.2019 N 1732.
Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 02.12.2014 N 225.	"ГОСТ Р 52289-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств"
Постановление Правительства РФ от 17.07.2015 N 719 (ред. от 30.04.2020).	"ГОСТ Р 52290-2004. Национальный стандарт Российской Федерации. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования"
Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 23.04.2020).	

**МИРОВОЙ И РОССИЙСКИЙ ОПЫТ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ**

Страна	Марка и модель
Китай	BYD e2
Германия	BMW i3
США	Tesla Model 3
Япония	Nissan Leaf 2016
Франция	Renault City K-ZE
Россия	LADA ELLEda




МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

1. Сбор информации о ежедневных пробегах электробуса в различных температурных условиях и потребляемой при этом электроэнергии.
2. Систематизация данных в таблицы и построение по ним графических зависимостей.
3. Составление сводных графиков, которые должны визуальнo представить закономерность потребления электроэнергии электробусом в стандартных и низкотемпературных условиях.
4. Изучение влияния дополнительных электроприборов (обогрев салона (печка) и кондиционер) на интенсивность разряда аккумуляторных батарей.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Февраль 2018

Дата	Пробег, км	Температура воздуха, °С	Общий расход, кВт·ч	Расход на 100 км, кВт·ч	Дополнительное оборудование
1	163	-14	185	126	Работа отопителя
2	165	-12	183	122	Работа отопителя
5	163	-8	190	118	Работа отопителя
6	203	-8	233	119	Работа отопителя
7	203	-7	232	118	Работа отопителя
8	203	-8	234	115	Работа отопителя
9	204	-7	234	116	Работа отопителя
12	201	-9	235	119	Работа отопителя
13	202	-12	237	121	Работа отопителя
14	202	-13	239	123	Работа отопителя
15	204	-7	233	118	Работа отопителя
16	205	-7	234	116	Работа отопителя
19	202	-4	233	114	Работа отопителя
20	201	-6	230	116	Работа отопителя
21	202	-6	229	117	Работа отопителя
22	204	-7	231	120	Работа отопителя
26	202	-15	240	128	Работа отопителя
27	44	-14	50	124	Работа отопителя
Итого:	3378		3902		

Август 2019

Дата	Пробег, км	Температура воздуха, °С	Общий расход, кВт·ч	Расход на 100 км, кВт·ч	Дополнительное оборудование
1	204	20	190	93	
2	203	14	177	88	
5	204	20	227	111	
6	203	24	228	113	Работа кондиционера
7	203	16	180	92	Работа кондиционера
8	204	15	186	90	
9	205	18	201	98	
12	204	28	210	115	Работа кондиционера
13	203	24	227	113	Работа кондиционера
14	204	22	226	113	Работа кондиционера
15	204	23	228	113	Работа кондиционера
16	204	24	228	114	Работа кондиционера
19	204	23	225	114	Работа кондиционера
20	204	17	190	93	
21	209	18	191	94	Работа кондиционера
22	205	20	204	113	
26	216	15	187	90	
27	204	13	183	89	
28	209	13	184	90	
29	209	17	189	93	
30	204	11	183	89	
Итого:	4383		4300		

Сентябрь 2019

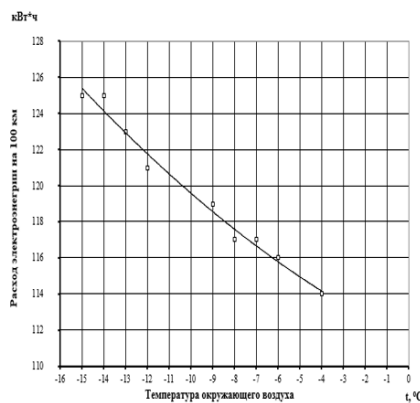
Дата	Пробег, км	Температура воздуха, °С	Общий расход, кВт·ч	Расход на 100 км, кВт·ч	Дополнительное оборудование
2	202	12	191	95	
3	209	13	193	89	
4	204	14	194	89	
5	204	15	197	93	
6	202	16	196	91	
9	201	17	194	87	
10	210	15	189	90	
11	207	16	199	91	
12	207	17	209	98	
13	204	20	201	89	
16	209	13	194	87	
17	203	15	190	92	
18	203	14	187	88	
19	204	12	181	86	
23	206	5	209	114	Работа отопителя
24	209	7	201	96	
25	210	6	199	94	
26	202	5	224	112	Работа отопителя
27	141	6	140	91	
30	82	9	72	90	
Итого:	3919		3778		

Октябрь 2019

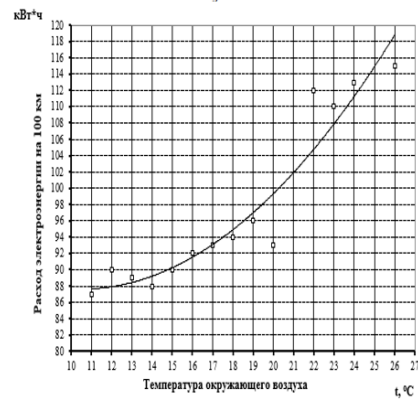
Дата	Пробег, км	Температура воздуха, °С	Общий расход, кВт·ч	Расход на 100 км, кВт·ч	Дополнительное оборудование
1	84	10	80	95	
4	221	17	183	89	
7	206	17	187	91	
8	205	17	183	90	
9	206	19	180	92	
10	205	9	201	98	
11	206	8	202	96	
14	207	10	203	96	
15	208	9	199	95	
16	208	4	210	113	Работа отопителя
17	209	3	213	112	Работа отопителя
18	206	0	213	114	Работа отопителя
21	208	0	217	113	Работа отопителя
22	208	3	210	113	Работа отопителя
23	208	1	213	113	Работа отопителя
24	207	6	201	97	
25	207	3	216	116	Работа отопителя
28	197	9	198	98	
29	210	-2	218	117	Работа отопителя
30	209	-2	219	118	Работа отопителя
31	166	-4	183	119	Работа отопителя
Итого:	4139		4300		

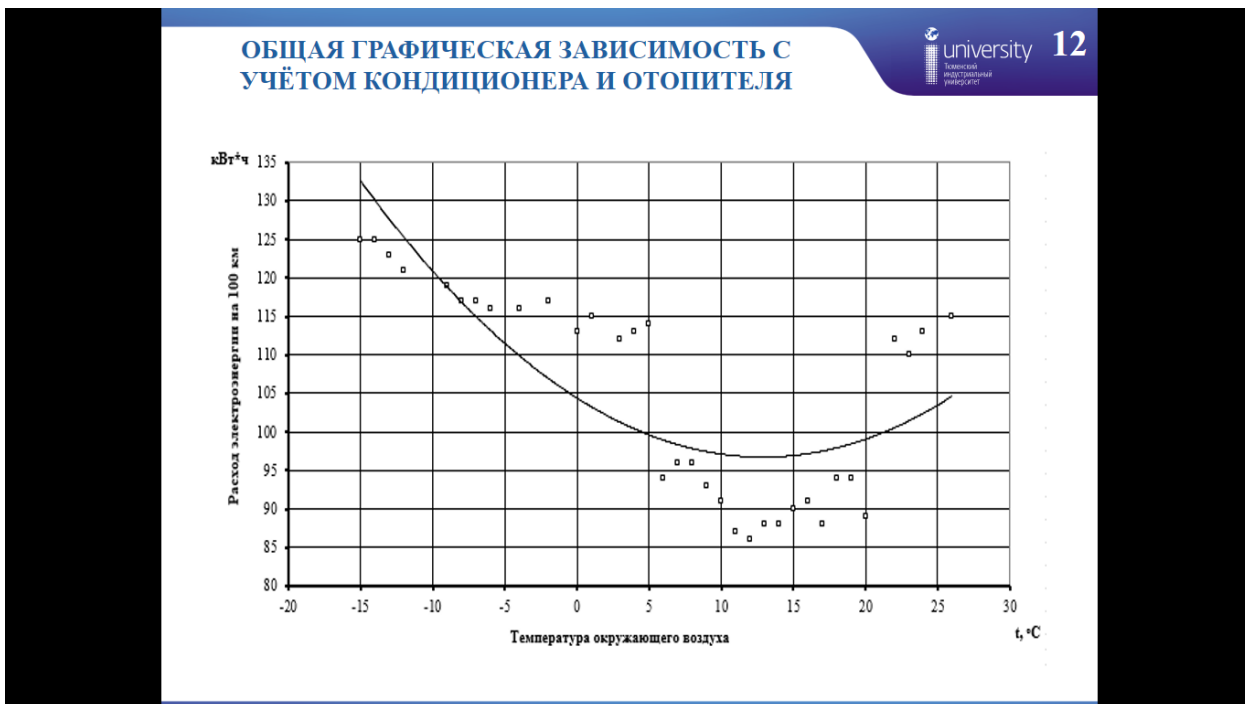
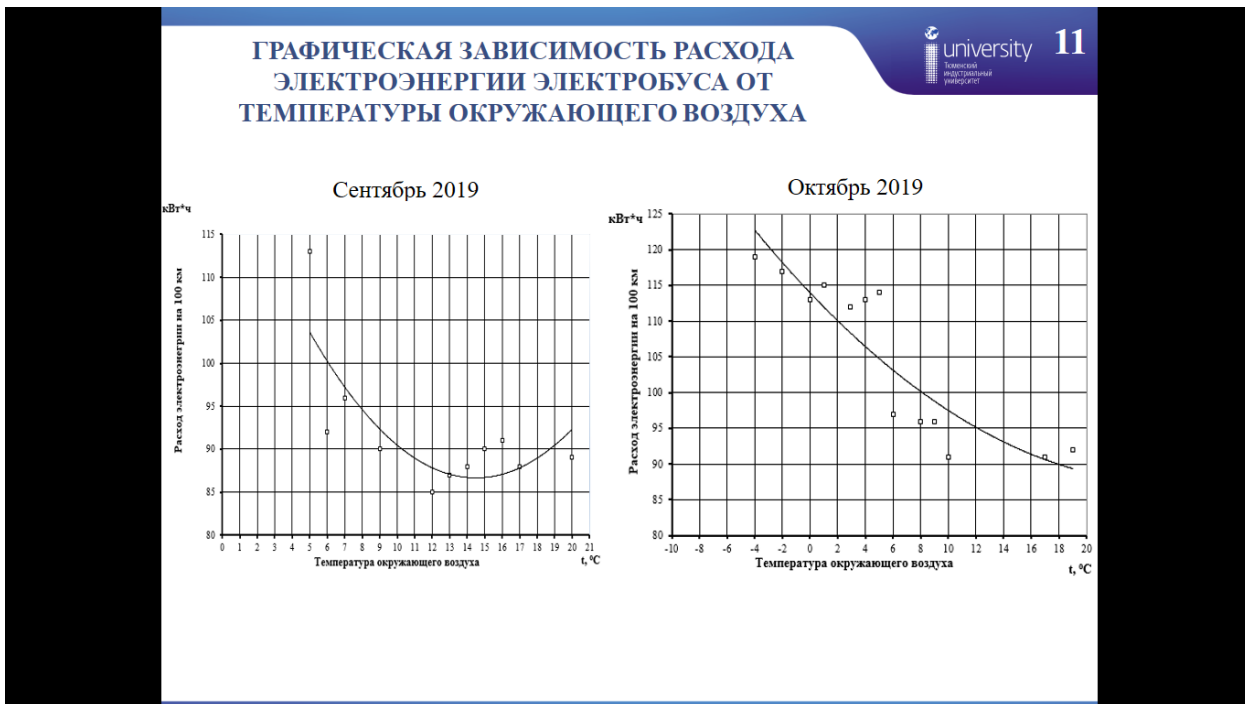
ГРАФИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОБУСА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА

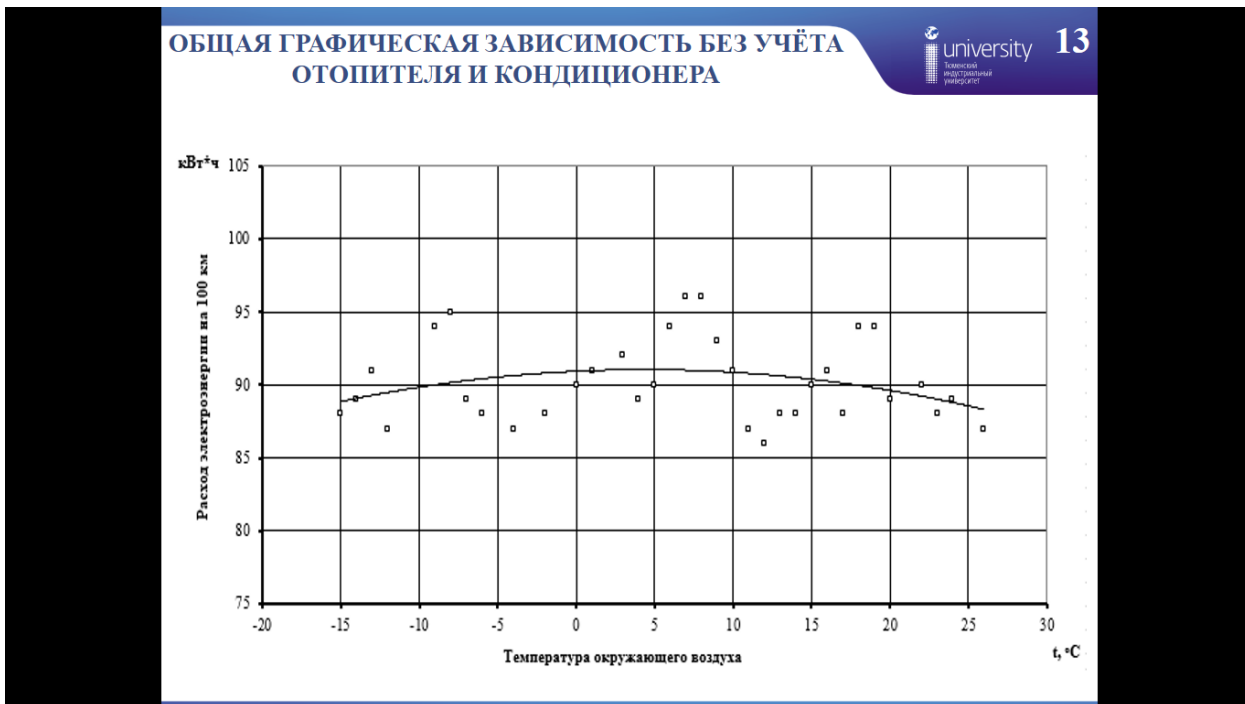
Февраль 2018



Август 2019







РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

	 ЭЛЕКТРОБУС БК КамаЗ-6262, ЛиАЗ-6274	 АВТОБУС НА ДТ НефАЗ-5295, ЛиАЗ-529265	 АВТОБУС ГАЗОВЫЙ ЛиАЗ-529271	 ТРОЛЛЕЙБУС	 ТРАМВАЙ 71-9314 «Витязь-М»
Пассажирёмкость	85	85	85	85	185
Руб. на 1 пассажиро-место	1,59	1,31	1,21	1,67	1,20
Цена ТС <small>тыс. руб./ед.</small>	34 089,16	13 173,00	13 136,51	18 000,00	104 348,00
Стоимость АКБ* электробуса <small>тыс. руб./ед.</small>	9 450,56	—	—	—	—
Техническое обслуживание и ремонт ТС	2 016,04	879,60	1 020,00	795,68	3 466,66
Расходы на единицу ТС в год <small>тыс. руб.</small>	8 113,90	6 705,89	6 185,63	7 115,34	14 418,51

* Аккумуляторные батареи

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

$$L_{\text{мес}} = L_{\text{д}} \cdot D,$$

$$R_{\text{м}} = R \cdot 60,$$

где $L_{\text{мес}}$ - расстояние за месяц, км; где $R_{\text{м}}$ - месячный расход, л;
 $L_{\text{д}}$ - расстояние за день, км; R - расход на 100 километров, л.
 D - дней в месяце.

$$C_{\text{м}} = R_{\text{м}} \cdot C_{\text{топ}},$$

где $C_{\text{м}}$ - стоимость топлива за месяц, руб.;;
 $R_{\text{м}}$ - месячный расход, л;
 $C_{\text{топ}}$ - стоимость топлива за единицу, руб.

При экономии только на топливе полная окупаемость электробуса займет 42 года и 7 месяцев без помощи государства и субсидирования.

ВЫВОДЫ

1. В Российской Федерации строение и использование электромобилей находится на более низком уровне, чем в США, Японии, Китае и Европе, однако у нас имеются опытные образцы автомобилей с электродвигателем и в крупных городах имеются сети зарядных станций.
2. Со стороны законодательной базы в РФ существует достаточное количество распоряжений, законов, решений, постановлений и ГОСТов, которые поддерживают и развивают инфраструктуру электромобилей.
3. Температура окружающего воздуха влияет на расход электроэнергии электробуса не на прямую, а через дополнительное оборудование, которое необходимо включать для комфортной перевозки пассажиров. Расход потребления электроэнергии увеличивается на 24-37 киловатт часов (28-42%).
4. С точки зрения экономической эффективности электробус не выгоден без поддержки государства или субсидирования, так как его окупаемость составляет 42 года 7 месяцев.