

Методики оценки стоимости владения экологичным автомобилем

По мнению Hu S. и соавторов научной статьи «Исследование общей стоимости владения коммерческими автомобилями на водородных топливных элементах, основанное на системной динамике» общая стоимость владения коммерческими автомобилями на водородных топливных элементах (ТСО) в основном включает первоначальные затраты на приобретение транспортного средства и текущие затраты на электроэнергию, которые, по оценкам, в 4-6 раз выше, чем у обычных транспортных средств, работающих на топливе или электромобилях. По мере увеличения объемов производства коммерческих автомобилей на водородных топливных элементах в ближайшие годы стоимость также будет снижаться. Для точного изучения совокупной стоимости владения коммерческими автомобилями на водородных топливных элементах в период с 2024 по 2035 год в данной статье используется моделирование системной динамики для построения модели. Модель учитывает затраты, связанные с такими важными компонентами, как система на водородных топливных элементах и резервуары для хранения водорода, и соотносит их с владением коммерческими транспортными средствами на водородных топливных элементах. С помощью этого моделирования изучается общая стоимость владения, годовой объем продаж и число владельцев коммерческих автомобилей на водородных топливных элементах в период с 2024 по 2035 год. Основными факторами, влияющими на систему, являются стоимость водородных топливных элементов, резервуаров для хранения водорода, водорода, электроэнергии и дизельного топлива и т.д. Результаты моделирования показывают, что к 2035 году:

1. По сравнению с общей стоимостью владения чисто электрическими грузовиками, которая составляет 378 400 юаней, общая стоимость владения грузовиками на водородных топливных элементах снизится с 1 287 700 юаней в 2024 году до 517 900 юаней к 2035 году, и грузовики на водородных топливных элементах не будут иметь преимуществ в ближайшие 10 лет;

2. По сравнению с общей стоимостью владения традиционными топливными элементами при цене в 2 638 500 юаней общая стоимость владения тяжелыми грузовиками на водородных топливных элементах начнет снижаться с 2027 года до 2314500 юаней, а к 2035 году снизится до 1109800 юаней, что означает, что с 2027 года общая стоимость владения тяжелыми грузовиками на водородных топливных элементах будет ниже, чем у тяжелых грузовиков на традиционном топливе;

3. Общее количество коммерческих автомобилей на водородных топливных элементах достигнет 721900 к 2035 году. Исследование имеет большое значение для разработки коммерческих автомобилей на водородных топливных элементах [19].

Sontakke U. R. и соавторы в научной статье «Анализ общей стоимости владения электромобилями на топливных элементах в Индии» сделали вывод, что обеспечение самообеспеченности энергетического сектора за счет использования экологически чистой энергии является насущной необходимостью. Транспортный сектор является одним из самых быстрорастущих источников выбросов углекислого газа в Индии, и поэтому замена обычных транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания (ICEV) на электрические силовые агрегаты, работающие на аккумуляторах или топливных элементах, может стать оптимальным решением. Правительство Индии (GoI) в рамках недавно запущенной программы ускоренного внедрения и производства электромобилей-II (FAME-II) предоставляет субсидии на электромобили с аккумуляторными батареями (BEV) в размере до 40% от первоначальной стоимости транспортного средства. Однако BEV не являются настоящим решением с нулевым уровнем выбросов из-за того, что в энергетическом балансе Индии преобладает ископаемое топливо. Кроме того, BEV имеют такие ограничения, как ограниченный радиус действия, длительное время зарядки и чрезвычайная чувствительность к высоким температурам, преобладающим в Индии. Электромобили на топливных элементах (FCEV), с другой стороны,

представляют собой реальную альтернативу транспортному сектору с нулевым уровнем выбросов. Однако из-за их высокой первоначальной стоимости (и отсутствия водородных заправочных станций), FCEV не так популярны, как BEV. Для понимания экономической конкурентоспособности автомобилей FCEVS в индийском контексте необходим анализ общей стоимости владения (TCO), который включает не только их первоначальную стоимость, но и эксплуатационные расходы в течение всего срока службы транспортного средства. Чтобы получить такое представление, в данной работе был проведен анализ совокупной стоимости владения FCEVS с учетом того, что общий срок службы транспортного средства составляет двенадцать лет по сравнению с BEV и ICEVs. При этом используется реалистичный подход, учитывающий среднегодовое пройденное расстояние, стоимость топлива и среднее потребление электроэнергии. Роль субсидий, предоставляемых BEV в рамках программы FAME-II, также учитывается для оценки экономической конкурентоспособности FCEVs по сравнению с BEVs [44].

Cheon S. и соавторы научной статьи «Поиск наиболее подходящего типа транспортного средства на прогнозируемые годы с использованием аналитического иерархического процесса, интегрированного с экономическими и экологическими аспектами» проанализировали экономическую и экологическую целесообразность электромобилей на топливных элементах (FCEV), электромобилей на аккумуляторных батареях (BEV) и транспортных средств с двигателем внутреннего сгорания (ICEV) и определяется, какие транспортные средства будут более подходящим выбором в текущем и прогнозируемом годах (2025, 2030, 2035 и 2040) с использованием аналитический иерархический процесс (АНР). Экономическая целесообразность была рассчитана путем оценки общей стоимости владения (TCO) за семь лет владения и использования эффекта кривой опыта для анализа будущего изменения покупной цены в зависимости от технологического развития. Общая стоимость владения в FCEV и BEV

постоянно снижается, в то время как ICEV постоянно растет, в результате чего общая стоимость владения в FCEV составит 35 700 долларов США, в BEV - 34 980 долларов США и в ICEV - 53 300 долларов США в 2040 году. Экологический анализ осуществляется с помощью анализа "от скважины к колесу" (WTW), который измеряет выбросы парниковых газов при производстве источников энергии (от скважины к резервуару), производстве автомобилей и процессах вождения (от резервуара к колесу). ICEV продемонстрировал самые высокие показатели выбросов в целом по процессам, в то время как FCEV продемонстрировал самые низкие показатели выбросов в целом по процессам за все периоды. Результаты анализа совокупной стоимости владения (TCO) и WTW используются в АНР, который может интегрировать оба аспекта, и 1500 пар весовых коэффициентов случайным образом присваиваются экономическим и экологическим критериям для измерения их приоритетов. В результате, начиная с 2030 года, все приоритеты FCEV и BEV стали выше, чем у ICEV, и разрыв между ними увеличился, что указывает на то, что FCEV и BEV более приемлемы с экономической и экологической точек зрения, чем ICEV [8].

Awan M. A. и соавторы научной статьи «Экономическая конкурентоспособность легких коммерческих автомобилей с электроприводом-рефрижератором: подход, основанный на совокупной стоимости владения» изучили экономическую целесообразность обновления парка легких коммерческих автомобилей с дизельным двигателем (LCV) эквивалентными, более экологичными транспортными средствами для дистрибуции замороженных и охлажденных продуктов. Ими предлагается подход, основанный на оценке общей стоимости владения (TCO), который включает все соответствующие расходы для сравнения экономической конкурентоспособности электромобилей на батарейках, топливных элементах и биодизельных LCV по сравнению с их традиционными дизельными аналогами и для разработки сценариев политики. Принимается во внимание как частная, так и социальная перспектива, а также учитываются внешние

транспортные расходы. Было обнаружено, что электрические LCV превосходят своих конкурентов в категориях городских и панельных LCV даже при отсутствии государственных субсидий, оставаясь конкурентоспособными по цене в сегменте коробчатых LCV, в то время как электромобили FCV требуют развития инфраструктуры заправки и государственных субсидий, чтобы конкурировать с дизельными аналогами [2].

По мнению Sun R. и соавторов статьи «Системная декарбонизация автомобильного грузового транспорта: комплексная модель совокупной стоимости владения» декарбонизация автомобильного грузового транспорта имеет решающее значение для сокращения выбросов парниковых газов и достижения целей климатической нейтральности. В этом исследовании разрабатывается комплексная модель совокупной стоимости владения для оценки экономической целесообразности и стратегических путей декарбонизации автомобильного грузового транспорта. Модель объединяет транспортные средства с инфраструктурой, включая затраты, связанные с приобретением, эксплуатацией, техническим обслуживанием, потреблением энергии, воздействием на окружающую среду и истечением срока службы. Наш анализ охватывает автомобили средней и большой грузоподъемности с восемью типами силовых агрегатов, с вариантами размеров аккумуляторных батарей и мощности топливных элементов, включая ключевые финансовые параметры, технологические достижения и политические стимулы. Источники данных включают реальные данные о автопарке и затратах, собранные в ходе экспертных опросов, с перекрестными ссылками на многочисленные общедоступные ресурсы. Полученные данные свидетельствуют о том, что автомобили с нулевым или близким к нулевому уровню выбросов, которые в настоящее время стоят дороже, станут конкурентоспособными по стоимости с дизельными транспортными средствами за счет использования достижений в области аккумуляторных батарей, топливных элементов и водородных технологий [46].

Chen Z. и соавторы в своей научной статье «Анализ общей стоимости

владения электробусом на топливных элементах с различными вариантами подачи водорода» проводят всестороннее исследование, включающее как чувствительный, так и вероятностный анализы, для оценки общей стоимости владения автобусным парком и соответствующей инфраструктурой. В нем рассматриваются различные варианты подачи водорода, включая электролиз на месте, паровой риформинг метана на месте и получение водорода за пределами предприятия как газообразными, так и жидкими способами доставки. Анализ охватывает важнейшие элементы затрат, включая затраты на приобретение автобусов, капитальные затраты на инфраструктуру, а также затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание как автобусов, так и инфраструктуры. В этом документе были проведены два различных тематических исследования: одно касалось существующего небольшого автобусного парка из пяти автобусов, а другое было посвящено более крупному парку, который планируется запустить в 2028 году. Для нынешнего небольшого автопарка покупка "серого водорода" на месте с возможностью доставки в газообразном виде является наиболее экономичной альтернативой водороду, но при этом общая стоимость владения на 26,97% выше по сравнению с дизельными автобусами. Однако в случае расширения парка установок к 2028 году метод паровой конверсии метана без улавливания углерода представляется наиболее вероятным вариантом достижения минимальной совокупной стоимости владения с вероятностью 99,5%. Кроме того, в ответ на растущее внимание к экологической устойчивости были включены затраты на выбросы углекислого газа. Результаты исследования показывают, что, хотя дизельные автобусы в настоящее время представляют собой наиболее экономичный вариант с точки зрения совокупной стоимости владения для существующего небольшого парка, паровой риформинг метана с улавливанием углерода с вероятностью 69,2% является наиболее экономичным решением, что позволяет предположить, что он является надежным кандидатом на повышение экономической эффективности для расширенного парка к 2028 году. В частности, требуются значительные

инвестиции для расширения использования возобновляемых источников энергии в энергосистеме и повышения эффективности электролизера. Эти усовершенствования необходимы для того, чтобы сделать электролизер более конкурентоспособной альтернативой паровому риформингу метана. В целом, выводы, приведенные в этом документе, подчеркивают существенное влияние цепочки поставок водорода и затрат на выбросы углекислого газа на общую стоимость владения автобусами с нулевым уровнем выбросов [7].

Kennington L. A. в своей научной статье «Технико-экономический анализ использования водорода, электротранспорта и дизельного топлива в транспортных средствах средней и большой грузоподъемности» отображает технико-экономический анализ трех различных систем привода транспортных средств (транспортных средств на водородных топливных элементах, электромобилей на аккумуляторных батареях и дизельных транспортных средств) для различных областей применения на рынке транспортных средств средней и большой грузоподъемности. Основой для оценки каждой трансмиссии является общая стоимость владения транспортным средством. В данном документе анализируются основные категории затрат, которые влияют на общую стоимость владения, капитальные и эксплуатационные затраты, а также стимулы и субсидии. В исследовании также рассматриваются внешние социальные издержки, связанные с топливными элементами и аккумуляторными батареями, и приводится анализ рисков для каждой трансмиссии с нулевым уровнем выбросов. Анализ совокупной стоимости владения разрабатывается для различных средне- и тяжеловесных автопарков. Эти автопарки включают в себя дальнемагистральные грузоперевозки (класс 8), ближнемагистральные грузоперевозки (класс 8), доставку посылок (класс 4), самосвалы (класс 6), Вывоз мусора Грузовики (класс 6), Вилочные погрузчики (класс 3), Школьные автобусы (класс 6), Транзитные автобусы (класс 7). Определенные сегменты приложений моделируются в соответствии с несколькими сценариями, чтобы учесть ключевые операционные различия, такие как ограничение объема и веса автопарка или одно- и многосменный

график работы. Финансовое моделирование совокупной стоимости владения для каждой пары трансмиссий, приложений и сценариев позволяет определить, какой из нулевых уровней выбросов более органично вписывается в сегмент рынка транспортных парков средней и большой грузоподъемности. Результаты исследования показывают, что общая стоимость владения средствами на водородных топливных элементах и электромобилями на аккумуляторных батареях в значительной степени зависит от нескольких факторов, таких как начальная цена покупки, цена на водородное топливо, стоимость простоя оператора транспортного средства, скорость зарядки транспортного средства и номинальная полезная нагрузка транспортного средства. В этом исследовании сделан вывод о том, что грузовые автомобили на топливных элементах идеально подходят для дальних и ближнемагистральных грузоперевозок, которые работают в условиях ограниченного веса или по многосменному графику. Однако на данный момент на этом рынке существуют инфраструктурные ограничения. Наиболее примечательно, что в настоящее время в Соединенных Штатах за пределами Калифорнии не существует коридоров для заправки водородом. Это ограничение инфраструктуры раскрывает ключевую проблему успеха будущей водородной экономики: потенциальные конечные пользователи водородной экономики хотят получить гарантию значительного развития водородной инфраструктуры, прежде чем переходить на оборудование, работающее на водороде, но финансирование, необходимое для поддержки модернизации водородной инфраструктуры, будет обеспечено только после того, как будущие конечные пользователи и заказчики водорода находятся в безопасности. Поэтому заинтересованным сторонам и директивным органам, заинтересованным в развитии водородной экономики и будущих рынков водородных топливных элементов, рекомендуется стимулировать развитие инфраструктуры, налаживая партнерские отношения с владельцами автопарка в конкретных сегментах применения, где FCV превосходят BEV с точки зрения общей стоимости владения [21].

Magnino A. в своей научной статье «Анализ общей стоимости владения водородными и аккумуляторными силовыми установками: сравнительное исследование на финском транспорте большой грузоподъемности» проводит оценку и сравнение трех потенциальных решений для обезуглероживания большегрузного транспорта с экономической точки зрения: электромобили на аккумуляторных батареях, электромобили на топливных элементах и грузовики с двигателями внутреннего сгорания на водородном топливе. Исследование сосредоточено на финском рынке и дорожной сети, где доступная и низкоуглеродистая электроэнергия создает идеальные условия для разработки альтернативных транспортных средств с силовыми агрегатами. При анализе используется метод общей стоимости владения, который позволяет провести всестороннюю оценку всех компонентов затрат, связанных с транспортными средствами, на протяжении всего их жизненного цикла, включая как первоначальные затраты, так и эксплуатационные издержки. Среди нескольких факторов, влияющих на результаты, было учтено влияние трех технологий трансмиссии на допустимую полезную нагрузку. Особое внимание в исследовании уделяется затратам, которые непосредственно несет владелец грузовика. Кроме того, для оценки экономической эффективности предлагаемых технологий силовых агрегатов при различных сценариях проводится анализ чувствительности цен на электроэнергию и водород. Результаты этого исследования показывают, что ни одно решение для силового агрегата не является универсально оптимальным, поскольку наиболее экономичный выбор сильно зависит от типа грузовика и его использования (например, ежедневного пробега). Для относительно небольших грузовых автомобилей (18 тонн), преодолевающих небольшие расстояния (примерно от 100 до 200 км в день), электромобили на аккумуляторных батареях оказываются лучшим решением благодаря их более высокой эффективности и более низкой стоимости по сравнению с электромобилями на топливных элементах. И наоборот, для более крупных грузовиков (42 и 76 тонн), выполняющих более длительные перевозки (более

300 километров в день), грузовики с двигателями внутреннего сгорания на водородном топливе демонстрируют большую экономическую выгоду из-за более низкой стоимости транспортного средства среди трех рассматриваемых вариантов. Наконец, для небольших грузовых автомобилей (18 т), преодолевающих большие расстояния (200 км в день и более), электромобили на топливных элементах являются конкурентоспособным выбором благодаря своей высокой эффективности и экономичной системе накопления энергии. Учитывая будущие достижения в области электромобилей на топливных элементах и аккумуляторных батареях с точки зрения повышения производительности и снижения инвестиционных затрат, ожидается, что решение на основе топливных элементов станет оптимальным вариантом для различных типоразмеров грузовиков и ежедневного пробега [25].

Zhang Q. и соавторы в своей научной статье «Сравнительный анализ затрат на FCV, BEV и ICV: взгляд потребителя в Японии» провели исследование, которое значительно улучшает модель совокупной стоимости владения за счет эффективной интеграции данных об индивидуальной мобильности, обеспечивая более точную и реалистичную оценку. Количественно оценивая неинтуитивные затраты, такие как неудобство в поездках, исследование добавляет важный аспект, который часто упускается из виду в традиционных моделях. Анализ был продолжен до 14-летнего периода, и для учета различных моделей поведения потребителей за рулем было использовано моделирование вождения, что привело к высокому стандартному отклонению, отражающему значительную изменчивость. Кроме того, был проведен анализ будущих сценариев для прогнозирования результатов политики и подтверждения правильности текущих стратегий правительства. Результаты показывают, что расходы, связанные с транспортными расходами, составляют 4,6% от общей стоимости владения транспортными средствами на топливных элементах (FCV) и 7,8% от общей стоимости владения электромобилями на аккумуляторных батареях (BEV). Основываясь на этих выводах, в исследовании рекомендуется увеличить

субсидии на транспортировку топлива на 1 873 676 иен и снизить цены на водород на 44%. В нем также подчеркивается необходимость развития инфраструктуры и целенаправленного привлечения потребителей для оптимизации воздействия политики. Эти материалы содержат практические рекомендации, основанные на данных, для совершенствования текущей политики и выработки будущих решений [50].

В научной статье «Сравнительный анализ затрат на долговечность двигателей внутреннего сгорания, электромобилей и транспортных средств на топливных элементах» Qin Z. и соавторы вводят общую стоимость владения в расчете на единицу времени эксплуатации (ТСОР) в качестве нового показателя для оценки экономического эффекта долговечности транспортного средства. Проводится всесторонний анализ транспортных средств на топливных элементах (FCV), электромобилей на аккумуляторных батареях (BEV) и транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания (ICEVS) в легких и тяжелых условиях эксплуатации. Результаты показывают, что в HDV в полной мере проявляются преимущества низких цен на водород и электроэнергию благодаря их высокой долговечности. В отличие от этого, для легковых автомобилей стоимость покупки играет гораздо большую роль, составляя 68% от общей стоимости, что указывает на значительную разницу между транспортными средствами. Повышение долговечности может значительно повысить конкурентоспособность легковых автомобилей. Что касается FCV, то увеличение срока службы с нынешних уровней в 150 000 км для LDV и 600 000 км для HDV до 208 500 км и 1 122 000 км, соответственно, позволит привести их ТСОР в соответствие с текущими ICEVs. Анализ чувствительности показывает это для HDV. Основное внимание следует уделять повышению долговечности систем топливных элементов, чтобы снизить затраты на топливо в долгосрочной перспективе, в то время как для LDV ключом к снижению ТСОР является снижение производственных затрат на все транспортное средство в целом. К 2040 году, если предположить, что долговечность FCV будет доведена до того же уровня, что и у ICEVs, и что

стоимость топливных элементов продолжит снижаться, FCV будут более конкурентоспособными, чем EV и ICEVS, с точки зрения долгосрочных эксплуатационных расходов [41].

По мнению Mu Z. и соавторов научной статьи «Оценка грузовиков на топливных элементах аккумуляторных батареях: экономические перспективы в соответствии с целью Китая по обеспечению углеродной нейтральности» электрификация большегрузных грузовиков является важнейшим и сложным этапом перехода транспортного сектора к низкоуглеродному транспорту. В данной статье в качестве показателя экономической оценки используется общая стоимость владения, разработанная в контексте амбициозных целей Китая по электрификации большегрузных автомобилей к 2035 году. Разработана подробная модель совокупной стоимости владения, охватывающая не только транспортные средства, но и связанные с ними инфраструктуры для восполнения энергии. Такой комплексный подход позволяет тщательно проанализировать экономическую целесообразность различных условий эксплуатации большегрузных грузовых автомобилей на топливных элементах и аккумуляторных батареях, уделяя особое внимание использованию возобновляемых источников энергии. Это исследование демонстрирует, что в условиях, когда как компоненты топливных элементов, так и водородная энергетика являются дорогостоящими, общая стоимость владения грузовиками на топливных элементах (FCT) значительно выше, чем у электромобилей на аккумуляторных батареях (BETs). В частности, для 16-тонного грузовика на топливных элементах с запасом хода 500 км общая стоимость владения для составляет 0,034 доллара США/ткм, что на 122% больше, чем для аналога на аккумуляторных батареях. В случае 49-тонного грузовика, рассчитанного на пробег в 1000 км, общая стоимость владения грузовиком на топливных элементах составляет 0,024 доллара США/ткм, что на 36% больше, чем у модели на аккумуляторных батареях. Технологическая дорожная карта предполагает сокращение разрыва в затратах между автомобилями на топливных элементах и аккумуляторных батареях к 2035

году. Ожидается, что для вышеупомянутой 16-тонной модели грузовика на топливных элементах прогнозируемая общая стоимость владения составит 0,016 доллара США за тонно-километр, что на 58% выше ставки, а для 49-тонного варианта она составит 0,012 доллара США за тонно-километр, что сократит разницу всего до 4,5% по сравнению с ставкой. Дальнейший анализ в рамках этого исследования влияния цен на возобновляемые источники энергии и эксплуатационного диапазона на затраты по топливным элементам и аккумуляторным батареям позволяет сделать ключевой вывод: для 49-тонного грузовика достижение паритета общей стоимости владения между топливным элементом и аккумуляторной батареей возможно при снижении цен на электроэнергию из возобновляемых источников энергии до 0,022 доллара США за кВт*ч или при увеличении эксплуатационного диапазона до 1890 км. Это подчеркивает важнейшую роль затрат на электроэнергию и эффективности в сокращении разрыва в затратах между топливными элементами и аккумуляторными батареями [33].

Burke A. F. и соавторы научного труда «Перспективы стоимости малотоннажных электромобилей на аккумуляторных батареях и топливных элементах (2020-2040 годы) и связанные с этим экономические вопросы» предоставляют всесторонний анализ первоначальных затрат и общей стоимости владения (ТСО) электромобилей малой мощности (BEV) и транспортных средств на топливных элементах (FCV) на период с 2020 по 2040 год, охватывающий легковые автомобили, внедорожники и легкие грузовики, а также требования к инфраструктуре. Основные результаты показывают, что к 2040 году первоначальные затраты на BEV сравниваются с затратами на автомобили, работающие на бензине, если стоимость ячейки аккумуляторной батареи достигнет 70 долларов за кВт*ч (или 84 долларов за кВт*ч в блочном типе). Для FCV достижение ценового паритета с бензиновыми автомобилями до 2040 года будет сложной задачей, если только стоимость топливных элементов не снизится примерно до 40 долларов за кВт за счет массового производства (более 500 тысяч единиц). Что касается 5-

летних TCO, то ожидается, что к 2040 году как BEV, так и FCV будут близки или немного ниже, чем у бензиновых автомобилей, во всех сегментах рынка LDV. Анализ инвестиций в крупные автопарки показывает, что к 2040 году общественная быстрая зарядка для BEV может стоить 2000 долларов за автомобиль, а заправка водородом для FCV - 1100 долларов за автомобиль. Кроме того, в исследовании оценивается влияние кредитов на использование низкоуглеродного топлива (LCFS) на прибыльность автозаправочных станций, и делается вывод о том, что эти кредиты необходимы для преобразования потенциально убыточных станций в прибыльные предприятия с доходностью 5% и выше. Это подчеркивает важнейшую роль LCF в финансировании инфраструктуры BEV и FCV [4].

Danielis R. и его соавторы в статье «Экономическая целесообразность электромобилей на аккумуляторных батареях: обзор оценок общей стоимости владения» проводят обзор существующих исследований, в которых используется анализ совокупной стоимости владения (TCO) для оценки сравнительной экономической эффективности электромобилей на аккумуляторных батареях (BEVs) и дизельных грузовиков (DTs). Ключевой вывод заключается в том, что до недавнего времени электромобили на аккумуляторных батареях не конкурировали с дизельными грузовиками по затратам. По некоторым оценкам, малотоннажные и среднетоннажные грузовики начнут становиться конкурентоспособными в 2021 году, в то время как большегрузные грузовики могут остаться неконкурентоспособными даже в ближайшие десятилетия. Однако оценки совокупной стоимости владения на разных континентах различаются. Комбинированный эффект цен на топливо и налогов, скорее всего, является причиной того, что электромобили на аккумуляторных батареях пользуются более сильной конкурентной позицией по сравнению с дизельным транспортом в Европе, Азии и Океании, в то время как в Северной Америке, по большинству оценок, их конкурентоспособность будет низкой как в настоящее время, так и в ближайшие годы. Большинство исследований подчеркивают, что в сегменте большегрузных грузовиков

сохраняются значительные диспропорции в стоимости из-за высоких эксплуатационных требований и отсутствия надежной инфраструктуры для зарядки мощных аккумуляторов. Следовательно, большегрузным грузовикам потребуются существенные финансовые стимулы и субсидии для повышения их экономической жизнеспособности, что потенциально приведет к установлению паритета затрат после 2035 года и в ближайшем будущем. В этом документе выявлен ряд ограничений при анализе совокупной стоимости владения, включая ограниченные данные об остаточной стоимости, изменчивость ставок дисконтирования, амортизационные отчисления и отсутствие долгосрочных и рыночных данных по ставкам [9].

Баек К. Н. в научной статье «Анализ внедрения технологий электрификации транспортных средств и переключения топлива для автомобилей малой, средней и тяжелой грузоподъемности: прогноз общей стоимости владения на период с 2021 по 2050 год» совместно с соавторами оценили совокупную стоимость владения (ТСО) выбранными классами транспортных средств с различными силовыми агрегатами, чтобы спрогнозировать потенциал электрификации транспортных средств и перехода на другое топливо для текущего (2021) и будущего (2050) сценариев. Учеными были выбраны два репрезентативных класса транспортных средств малой грузоподъемности (LDV) и четыре класса транспортных средств средней и тяжелой грузоподъемности (MHDV): небольшие внедорожники, средние внедорожники, грузовые автомобили 6-го класса, грузовые автомобили 8-го класса, дальнемагистральные автобусы 8-го класса и транзитные автобусы 8-го класса. Для этих классов транспортных средств проанализирована совокупная стоимость владения электромобилем с аккумуляторной батареей (BEV) и гибридным электромобилем на топливных элементах (FCHEV) по сравнению с обычным автомобилем с двигателем внутреннего сгорания (ICEV). Для анализа характеристик транспортных средств, стоимости транспортных средств, затрат на заправку топливом и совокупной стоимости владения в период с 2021 по 2050 год были применены

два основных сценария технологического прогресса. Результаты оценки совокупной стоимости владения для LDV и MHDV показывают, что, хотя BEV и FCHEV'ы в настоящее время стоят дороже, чем ICEV, стоимость эксплуатации BEV'ов в некоторых случаях может стать такой же экономической, как и ICEV, к 2035 году, а в большинстве случаев BEV могут стать более экономичными к 2050 году. Кроме того, к 2050 году MHDV, FCHEVs и BEV могут стать более экономичными вариантами по сравнению с ICEVs, учитывая более высокую экономичность электрических силовых агрегатов и потенциальное снижение затрат на быструю зарядку аккумуляторов и заправку водородом [3].

По мнению Kumar D. и соавторов научной статьи «Сравнение экономической целесообразности транспортных средств с электрическим двигателем и двигателем внутреннего сгорания на основе анализа совокупной стоимости владения» глобальное изменение климата и проблемы с качеством воздуха на местном уровне, связанные с деятельностью транспорта, привели к ряду правительственных мер, направленных на ускорение перехода транспортного сектора, использующего транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания (ICEVs), на альтернативные силовые агрегаты, такие как электромобили на аккумуляторных батареях (BEVs). В современном мире каждая страна стремится к устойчивому развитию. Есть вопросы об устойчивости BEVs, на которые необходимо ответить. Существует три основных принципа устойчивости: экологическая, экономическая и социальная. В этом исследовании проводится сравнение BEV и ICEVs на основе общей стоимости владения (ТСО), которая является инструментом обеспечения экономической устойчивости. Общая стоимость владения варьируется в зависимости от страны и проводимой ими политики. В этой главе показано, что для того, чтобы BEV был конкурентоспособным по совокупной стоимости владения без субсидий/стимулов, первоначальная цена покупки транспортного средства должна быть существенно снижена или среднегодовое расстояние, пройденное транспортным средством, должно

быть увеличено в несколько раз. Технологические инновации и экономия за счет масштаба позволят снизить цену BEV, однако для реализации этого потребуется много времени. С точки зрения общей стоимости владения, BEV может быть конкурентоспособным с точки зрения затрат только в тех случаях, когда используется с большим пробегом, например, у операторов таксомоторных парков или компаний по прокату автомобилей, и он неконкурентоспособен для большинства владельцев частных автомобилей [24].

Szulc T. и соавторы в научной статье «Общая стоимость владения автобусами на топливных элементах (FCEV) и электрическими (EV) при предоставлении услуг общественного транспорта на примере метрополий Верхней Силезии и Заглубье» задались целью - определить и сравнить показатели общей стоимости владения (ТСО) автобусами, работающими в системе общественного транспорта, в зависимости от их силовой установки. ТСП – это широко используемый метод, поддерживающий принятие решений при закупках с учетом всех оперативных и чрезвычайных затрат на доставку, эксплуатацию, техническое обслуживание и ликвидацию актива в течение его жизненного цикла. Это даст ответ на вопрос об устойчивости бизнеса во временном горизонте, отражающем экономическую жизнь актива, в данном случае – транспортного средства. В ходе исследований и анализов было подтверждено, что общая стоимость владения EV значительно ниже, чем у FCEV, и только политические решения и значительная государственная поддержка инвестиций в автобусы FCEV могут уравнивать значения совокупной стоимости владения для обоих типов силовых агрегатов. Чувствительность общей стоимости владения, рассчитанной по отношению к ценам на топливо и электроэнергию, очень низкая, и такое снижение стоимости водородного топлива маловероятно [47].

Sarkar S. совместно с соавторами научной статьи «Технико-экономическая оценка будущих видов топлива и технологий для транспортных средств: перспективы использования топливных элементов,

аккумуляторов и природного газа в Индии» рассматривают технико-экономическую целесообразность развивающихся транспортных технологий Индии. Прогрессивные цели страны в области возобновляемых источников энергии (достижение энергетической независимости к 2047 году) и стимулирующая политика в области использования топлива с меньшим выбросом углекислого газа заставляют все больше уделять внимания экологичным транспортным решениям. Для прояснения технико-коммерческой целесообразности новых технологий используется восходящий подход. Совокупная стоимость владения (ТСО) является важным показателем для экономического анализа. Однако обобщенные данные и упрощенные предположения о затратах неприменимы к местным рынкам. В этом исследовании модель ТСО сравнивает энергопотребление, выбросы вредных веществ и стоимость транспортных средств, основываясь на научных связях. Рынок 12-метровых автобусов используется для сравнения электробусов на батареях (ВЕВ), электробусов на топливных элементах (FCEB) и широко распространенных автобусов, работающих на сжатом природном газе (CNGB), срок службы которых составляет 12 лет. Анализ состоит из двух сегментов: статический анализ показывает влияющие факторы (стоимость производства топлива, техническое обслуживание, срок службы модуля), в то время как динамическое моделирование показывает влияние технологических инноваций, углеродных стимулов и стоимости денег (используется метод уменьшающегося баланса). В этой модели общая стоимость владения для FCEBs (142 доллара на 100 километров) выше по сравнению с ВЕВs (87 долларов на 100 километров) и CNG (93 доллара на 100 километров), главным образом, из-за затрат на энергетическую инфраструктуру (5,7 доллара на килограмм) и техническое обслуживание модуля (0,5 доллара на километр). Однако выбросы в течение всего жизненного цикла FCEB (включая как топливный, так и автомобильный цикл) в 2,3 раза меньше, чем у второго по величине ВЕВ. В ходе динамического анализа в исследовании были определены важнейшие условия и инновации (например, снижение

себестоимости производства водорода с 2,7 до 1,8 долларов за килограмм, увеличение пробега модуля с 12 МДж/км до 10 МДж/км к 2030 году) для коммерческой приемлемости FCEV, что соответствует целевым показателям в области энергетики и выбросов в стране [43].

Soszynska P. и соавторы научной статьи «Управляя будущим: анализ общей стоимости владения электромобилями в Северной Америке» пришли к выводу, что поскольку количество электромобилей (EV) на дорогах Северной Америки продолжает расти, что обусловлено переходом к устойчивому транспорту, понимание экономических последствий этого перехода имеет решающее значение. В данном обзорном документе основное внимание уделяется оценке общей стоимости владения (ТСО) для различных типов электромобилей, что позволяет получить представление о том, как различные характеристики вождения согласуются с финансовыми выгодами от внедрения электромобилей. В нем показано, что взимание платы на дому и государственные стимулы играют ключевую роль в снижении ТСО. Анализ также предлагает всесторонний обзор факторов, способствующих росту использования электромобилей, включая снижение затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание. Кроме того, в документе рассматриваются темпы внедрения, инфраструктура зарядки и другие неденежные факторы, которые влияют на решения потребителей о переходе на электромобили. В выводах подчеркивается, что, хотя электромобили дают финансовые преимущества многим водителям, успех их более широкого внедрения зависит от снижения первоначальной стоимости электромобилей, развития зарядной инфраструктуры и инвестиций в сети зарядки [45].

Аналогичные исследования были проведены отечественными специалистами: [55, 66, 60].

Список использованной литературы

1. Alshehhi H. et al. Strategic placement of alternative fueling stations in the UAE //Scientific Reports. – 2025. – Т. 15. – №. 1. – С. 11699.

2. Awan M. A., Scorrano M. The Cost Competitiveness of Electric Refrigerated Light Commercial Vehicles: A Total Cost of Ownership Approach //Future Transportation. – 2025. – T. 5. – №. 1. – C. 10.

3. Baek K. H. et al. The Analysis of Vehicle Electrification and Fuel Switching Technology Deployment for Light-Duty and Medium-and Heavy-Duty Vehicles: The Projection of the Total Cost of Ownership (Tco) from 2021 to 2050 //Available at SSRN 5005438.

4. Burke A. F., Zhao J., Fulton L. M. Projections of the costs of light-duty battery-electric and fuel cell vehicles (2020–2040) and related economic issues //Research in Transportation Economics. – 2024. – T. 105. – C. 101440.

5. Camilleri R. Assessing the feasibility and implications of electric vehicle adoption in the modern era: a risk feasibility study on infrastructure and cost effectiveness in Malta : дис. – University of Malta, 2024.

6. Chen S. et al. Learning-Aided Collaborative Optimization of Power, Hydrogen, and Transportation Networks //Journal of Modern Power Systems and Clean Energy. – 2024.

7. Chen Z., Wang H. Total cost of ownership analysis of fuel cell electric bus with different hydrogen supply alternatives //Sustainability. – 2023. – T. 16. – №. 1. – C. 259.

8. Cheon S. et al. Finding the most suitable vehicle type for projected years using analytic hierarchy process integrated with economic and environmental aspects //Journal of Cleaner Production. – 2023. – T. 426. – C. 139075.

9. Danielis R. et al. The Economic Feasibility of Battery Electric Trucks: A Review of the Total Cost of Ownership Estimates //Energies. – 2025. – T. 18. – №. 2. – C. 429.

10. Dehaye M., Agrell P. J. What is the optimal sequence of hydrogen development for heavy duty vehicle in Belgium?.

11. Deng H. et al. A decision-dependent hydrogen supply infrastructure planning approach considering causality between vehicles and stations //IEEE Transactions on Sustainable Energy. – 2024.

12. Deng H. et al. A New Decision-Dependent Dro Framework Considering Indirect Network Effects for Hydrogen Supply Infrastructure Expansion Planning //Available at SSRN 5197655.

13. Deng H. et al. Hydrogen Supply Infrastructure Planning Method Considering Indirect Network Effects //2024 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE). – IEEE, 2024. – C. 654-661.

14. Eze V. H. U. et al. Navigating the road to sustainable mobility: opportunities and challenges in electric vehicle adoption in Liberia //Discover Electronics. – 2025. – T. 2. – №. 1. – C. 18.

15. Gao J. et al. Research on optimization layout of hydrogen refueling facility network based on renewable energy hydrogen production mode //Energy. – 2024. – T. 296. – C. 131166.

16. Gao Z. et al. Location and capacity of urban hydrogen refueling station based on a capacitated deviation-flow capturing location model //International Journal of Green Energy. – 2025. – C. 1-11.

17. Grube T., Rex M. Deployment of Fuel Cell Vehicles in Road Transport and the Expansion of the Hydrogen Refueling Station Network: 2024 Update //AFC TCP (IEA (International Energy Agency) Advanced Fuel Cells Technology Collaboration Programme). – 2024.

18. Gündüz S. B., Geçici E., Güler M. G. Locating hydrogen fuel stations: A comparative study for Istanbul //International Journal of Hydrogen Energy. – 2024. – T. 52. – C. 1234-1246.

19. Hu S. et al. The Research on The Total Ownership Costs for Hydrogen Fuel Cell Commercial Vehicles Based on System Dynamics //Proceedings of the 2024 International Conference on Big Data and Digital Management. – 2024. – C. 380-386.

20. Jiang L., Wang L. A Bi-Level Optimization Model for Hydrogen Station Location Considering Hydrogen Cost and Range Anxiety //Sustainability. – 2025. – T. 17. – №. 7. – C. 3210.

21. Kennington L. A Techno-Economic Analysis of Hydrogen, Electric, and Diesel Fuel in Medium-and Heavy-Duty Transportation Applications : дис. – Massachusetts Institute of Technology, 2023.

22. Kim C. et al. Review of hydrogen infrastructure: the current status and roll-out strategy //International Journal of Hydrogen Energy. – 2023. – Т. 48. – №. 5. – С. 1701-1716.

23. Kraal D. et al. Zero-Emissions Transport: Taxation Support for Business Electric Cars //A Just Transition to Decarbonisation: Themes of Loss and Damage, Transport, Nature and Youth. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2024. – С. 43-68.

24. Kumar D., Kalghatgi G., Agarwal A. K. Comparison of economic viability of electric and internal combustion engine vehicles based on total cost of ownership analysis //Transportation Systems Technology and Integrated Management. – 2023. – С. 455-489.

25. Magnino A. et al. Total cost of ownership analysis for hydrogen and battery powertrains: A comparative study in Finnish heavy-duty transport //Journal of Energy Storage. – 2024. – Т. 99. – С. 113215.

26. Mahalana A., Yang Z., Posada F. The consumer cost of ownership of electric passenger cars in Indonesia [Электронный ресурс].

27. Mann R. F. Driving Transformation: Tax Strategies for Electrifying Light Duty Transportation //Environmental Law Reporter. – 2023. – Т. 53. – №. 10298.

28. Martins H. et al. Assessing policy interventions to stimulate the transition of electric vehicle technology in the European Union //Socio-Economic Planning Sciences. – 2023. – Т. 87. – С. 101505.

29. MÉNDEZ C. et al. HYDROGEN MOBILITY FOR QATAR: A COMPARISON BETWEEN CONVENTIONAL, ELECTRIC AND HYDROGEN FUEL CELL VEHICLES USING LIFE CYCLE COST ANALYSIS //WIT Transactions on Ecology and the Environment. – 2024. – Т. 262. – С. 347-351.

30. Mendez C. et al. Hydrogen Vehicles for Qatar: Optimizing Incentives Through a Life Cycle Cost Analysis //Available at SSRN 5052381.

31. Meng X. et al. Optimal Planning of Hydrogen Refueling Stations Considering Balanced Utilization of Resources //International Conference on Electrical and Electronics Engineering. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2023. – C. 163-175.

32. Möring-Martínez G., Senzeybek M., Jochem P. Clustering the European Union electric vehicle markets: A scenario analysis until 2035 //Transportation Research Part D: Transport and Environment. – 2024. – T. 135. – C. 104372.

33. Mu Z. et al. Evaluating fuel cell vs. battery electric trucks: Economic perspectives in alignment with china's carbon neutrality target //Sustainability. – 2024. – T. 16. – №. 6. – C. 2427.

34. Nakamoto Y., Tokito S., Hanaka T. Strategic roadmap for optimising vehicle emission reductions and electrification //Environmental Research Letters. – 2024. – T. 19. – №. 5. – C. 054016.

35. Nelson Edberg M. Efficient Fiscal Policies for the Transition to Electric Vehicles (EV) in Sweden. – 2024.

36. Oni O. E., Longe O. M. A Study on Electric Vehicle Footprint in South Africa //Energies. – 2024. – T. 17. – №. 23. – C. 6086.

37. Park J., Kim C. Current Challenges to Achieving Mass-Market Hydrogen Mobility from the Perspective of Early Adopters in South Korea. – 2025.

38. Peng M. et al. Collaborative Planning of Hydrogen Refuelling Stations and Drgs in Adn for Distributed Energy Consumption and Flexibility Enhancement //Available at SSRN 5174272.

39. Pfaffenbichler P. et al. Simulating the effects of tax exemptions for plug-in electric vehicles in Norway //European Transport Research Review. – 2024. – T. 16. – №. 1. – C. 26.

40. Qadir S. A. et al. Navigating the complex realities of electric vehicle adoption: A comprehensive study of government strategies, policies, and incentives //Energy Strategy Reviews. – 2024. – T. 53. – C. 101379.

41. Qin Z. et al. A Comparative Durability Cost Analysis of Internal Combustion Engine, Electric and Fuel Cell Vehicles. – SAE Technical Paper, 2025. – №. 2025-01-7074.

42. Reddy V. J. et al. Sustainable vehicles for decarbonizing the transport sector: a comparison of biofuel, electric, fuel cell and solar-powered vehicles //World Electric Vehicle Journal. – 2024. – T. 15. – №. 3. – C. 93.

43. Sarkar S. et al. Techno-Economic Assessment of Future Fuels and Vehicle Technologies: Fuel Cell, Batteries, and Natural Gas Prospects in India. – SAE Technical Paper, 2023. – №. 2023-01-0234.

44. Sontakke U. R., Jaju S., Mahajan D. K. Total cost of ownership analysis of fuel cell electric vehicles in India //Towards Hydrogen Infrastructure. – Elsevier, 2024. – C. 379-400.

45. Soszynska P. et al. Driving the future: an analysis of total cost of ownership for electrified vehicles in north america //World Electric Vehicle Journal. – 2024. – T. 15. – №. 11. – C. 492.

46. Sun R., Sujan V. A., Jatana G. Systemic Decarbonization of Road Freight Transport: A Comprehensive Total Cost of Ownership Model //arXiv preprint arXiv:2410.21026. – 2024.

47. SZULC T., KRAWCZYK G. TOTAL COST OF OWNERSHIP OF FUEL CELL (FCEV) AND ELECTRIC (EV) BUSES IN DELIVERY OF PUBLIC TRANSPORTATION SERVICES ON THE EXAMPLE OF UPPER-SILESIA AND ZAGLEBIE METROPOLIS //Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization & Management/Zeszyty Naukowe Politechniki Slaskiej. Seria Organizacji i Zarzadzanie. – 2023. – №. 190.

48. Tamimuddin T. F. et al. An Overview on the Design, Operation and Levelized Costs of Hydrogen Refuelling Stations for Fuel Cell Electric Vehicles //Journal of Applied Engineering Design and Simulation. – 2024. – T. 4. – №. 1. – C. 21-34.

49. Yang C., Hu Q. Quantifying fuel cell vehicles and hydrogen refueling station networks in China based on roadmap //Energy for Sustainable Development. – 2023. – Т. 76. – С. 101265.

50. Zhang Q., Ihara T. Comparative cost analysis of FCVs, BEVs, and ICVs: A consumer perspective in Japan //Applied Energy. – 2025. – Т. 382. – С. 125231.

51. Zhang Y. et al. Optimizing Hydrogen Highway Planning Model Considering Hydrogen Cost and Vehicle Flow Effects //2024 IEEE/IAS Industrial and Commercial Power System Asia (I&CPS Asia). – IEEE, 2024. – С. 241-246.

52. Zhen L. et al. Hydrogen refueling station location optimization under uncertainty //Computers & Industrial Engineering. – 2024. – Т. 190. – С. 110068.

53. Александрина Юрьевна Скороход, Кирилл Дмитриевич Хабаров ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ // Известия СПбГЭУ. 2023. №6-2 (144). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-infrastruktury-dlya-elektromobiley-v-g-sankt-peterburg> (дата обращения: 06.05.2025).

54. Арина Юрьевна Кудревич ОЦЕНКА ИНФРАСТРУКТУРНОЙ ДОСТУПНОСТИ ЭЛЕКТРОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ В РЕГИОНАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ В ЦЕЛЯХ ТУРИЗМА // Вопросы территориального развития. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-infrastrukturnoy-dostupnosti-elektrozapravochnyh-stantsiy-v-regionah-severo-zapada-rossii-v-tselyah-turizma> (дата обращения: 02.05.2025).

55. Барабошкина А. В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ И ЭКСТЕРНАЛЬНЫХ ИЗДЕРЖЕК ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ И АВТОМОБИЛЯ С ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МОСКВЫ) // Экономика и управление. 2023. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-otsenka-konkurentosposobnosti-i-eksternalnyh-izderzhek-elektromobilya-i-avtomobilya-s-dvigatелеm-vnutrennego> (дата обращения: 01.05.2025).

56. Барабошкина Анастасия Валерьевна, Кудрявцева Ольга Владимировна Оценка конкурентоспособности российского электромобиля как обоснование необходимости стимулирования рынка электромобилей в России // Russian Journal of Economics and Law. 2023. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-konkurentosposobnosti-rossiyskogo-elektromobilya-kak-obosnovanie-neobhodimosti-stimulirovaniya-rynka-elektromobiley-v> (дата обращения: 01.05.2025).

57. Г В. Бабаян РОЛЬ ЭЛЕКТРОЗАПРАВOK В ПЕРЕХОДЕ К УГЛЕРОДНО-НЕЙТРАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ: ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ И ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ АСПЕКТЫ В КАЛИФОРНИИ И ЛОНДОНЕ // Экономика и бизнес: теория и практика. 2024. №10-1 (116). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-elektrozapravok-v-perehode-k-uglerodno-neytralnoy-ekonomike-zakonodatelnye-i-infrastrukturnye-aspekty-v-kalifornii-i-londone> (дата обращения: 02.05.2025).

58. Денисов Илья Владимирович ЗАРЯДНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА: ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ПАРКА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ // ТТПС. 2024. №3 (69). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaryadnaya-infrastruktura-elektricheskogo-transporta-prognoznaya-otsenka-dinamiki-razvitiya-parka-elektromobiley-v-rossiyskoj> (дата обращения: 02.05.2025).

59. Макарова Ирина Александровна Россия на пути экологизации транспортного и топливного налога // Вестн. Том. гос. ун-та. Экономика. 2015. №4 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiya-na-puti-ekologizatsii-transportnogo-i-toplivnogo-naloga> (дата обращения: 06.05.2025).

60. Ростовский Йоханнес-Корнелиус, Чакватадзе Важа Вахтангович КАК СТАЛА ВОЗМОЖНА ЭЛЕКТРОМОБИЛЬНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В НОРВЕГИИ // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kak-stala-vozmozhna-elektromobilnaya-revolyutsiya-v-norvegii> (дата обращения: 01.05.2025).