

УДК 620.9

## ГЛОБАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА И ИНФРАСТРУКТУРЫ

Кайгородов А.В., главный специалист управления по развитию бизнеса

АО «Кузбассэнерго» г. Кемерово

Лапина О.Д., главный специалист отдела технико-экономического анализа Западно-сибирский филиал ООО «Сибирская генерирующая компания», магистрант АНОО ВО «Сколковский институт науки и технологий», г. Москва

**Аннотация.** Статья посвящена глобальному прогнозу развития электромобилей и сопутствующей инфраструктуры. В ней анализируются текущие тенденции на рынке электромобилей, включая увеличение производства, улучшение технологий аккумуляторов и расширение зарядной сети. Рассматриваются ключевые факторы, способствующие росту электромобилей, такие как изменения в законодательстве, экологические инициативы и повышение осведомленности потребителей. Прогнозируется, что к 2030 году электромобили займут значительную долю на рынке, что потребует адаптации инфраструктуры и новых подходов к управлению транспортными системами.

**Ключевые слова:** электротранспорт, инфраструктура, прогноз, технологии, зарядные станции, экология, рынок, инновации, устойчивое развитие, инновации.

Парадигма устойчивого развития, которая активно внедряется в глобальном масштабе требует от сферы перевозки грузов и людей постепенно отказаться от двигателей внутреннего сгорания. Сфера электротранспорта и зарядной инфраструктуры находится в стадии активного развития в отечественных реалиях. Её свойства определяются текущими масштабами распространения электротранспорта, его внедрения в различных отраслях и сферах жизни, а также перспективами перехода к преимущественному использованию электрокаров. Решающее значение для широкого распространения электрического транспорта играет развитие зарядной инфраструктуры. Поскольку инновационный сценарий предполагает постепенное вытеснение электрическим транспортом традиционных автомобилей, вопросы развития электротранспорта и зарядной инфраструктуры являются актуальными и требуют детального изучения. Как справедливо замечают, Валеева Ю.С., Калинина М.В., Зорина Т.Г., Ахметова И.Г. - «электромобили обладают высоким уровнем потенциала по минимизации выбросов углерода в атмосферу, что является важным элементом энергетической безопасности и обеспечивает снижение загрязнения воздуха и, соответственно, положительно влияет на тренды по созданию условий для улучшения здоровья населения» [2, с.157].

Ежегодно 22 сентября в рамках проведения всемирного дня без автомобиля автолюбителям ежегодно предлагается на один день отказаться от использования собственных авто, заменив их на поездки в общественном транспорте, а также на пешие и велосипедные прогулки. День без автомобиля установлен по инициативе экологов-активистов и проводится ежегодно с 1998 года. Одна из целей мероприятия — это привлечение внимания на угрозы и вызовы, созданные ростом количества индивидуальных автомобилей [12]. В России первым городом, принявшим участие в мероприятии, стал Белгород в 2005 году. После чего эту инициативу поддержали Нижний Новгород, Москва, Санкт-Петербург и другие города.

Вред окружающей среде наносится не только выбросами газов в атмосферу, но также опасности подвергается почва и водные ресурсы. При эксплуатации автотранспорта на предприятиях выделяются вещества: пыль, сажа, оксиды серы, щелочи, аккумуляторная серная кислота, соляная кислота, антифриз, смазочные масла, смазочно-охлаждающие жидкости и т.д.

Попадание в почву нефти или нефтепродуктов приводит к изменению химического состава, свойств и структуры. Это приводит к нарушению в почвенном микробиоценозе, изменению физикохимических свойств, что впоследствии приводит к гибели насаждений.

Загрязнение водоемов продуктами нефтепереработки также негативно влияет на окружающую среду. При попадании нефтепродуктов в воду наносится ущерб птицам, морским и речным животным, рыбам, беспозвоночным и растениям. В рамках социального фактора причин заинтересованности потребителей рынком электротранспорта несколько: экологичность, экономичность, безопасность, комфорт, мобильность, отсутствие шума и др. Развитие технологий производства электротранспорта, аккумуляторных батарей для них, программного обеспечения и инфраструктуры положительно повлияет на развитие беспилотных видов транспорта, систем накопления и выработки возобновляемой энергии, в т.ч. для нужд энергетики и производства космических аппаратов – планетоходов, что приведет к лидирующим позициям в создании базы на Луне освоении Марса и дальнего космоса.

В связи с тем, что развитие электротранспорта и инфраструктуры предусмотрено как в документах стратегического планирования, так и в указах, а также распоряжениях руководства страны, специалистам и экспертам в сфере ТЭК необходимо спрогнозировать и проанализировать сценарии развития электротранспорта с целью обеспечения надежности инфраструктуры в условиях ограниченности ресурсов и внешних факторов, учтенных в данной исследовательской работе. В распоряжении Правительства Российской Федерации от 23.08.2021 г. № 2290-р «Об утверждении Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года».

Вышеперечисленные факторы, подтверждающие актуальность темы «Электротранспорт и инфраструктура», являются предметом дискуссий на различных площадках и часто мнения экспертов и аналитиков противоположны, но это лишь подтверждает необходимость включения рассматриваемого вопроса в документы краткосрочного и долгосрочного стратегического планирования развития топливно-энергетического комплекса, ведь в конструктивной дискуссии рождается истина. Действия человека по-прежнему способны определить будущий ход изменения климата и паритета в экономике, развития энергетики, машиностроения и промышленности, создания комфортного городского пространства и условий для освоения космоса.

В качестве решения в данной исследовательской работе предлагается сделать акцент на развитии электротранспорта и инфраструктуры. Электротранспорт представляет собой разновидность транспортного средства, которое использует в качестве движущей силы электрическую энергию. На основе сложившегося международного опыта электротранспорт можно подразделить на несколько основных категорий: общественный электротранспорт (трамваи, троллейбусы, электробусы, речные трамваи, метро, электропоезда, фуникулеры); индивидуальный электротранспорт (электросамокат, электровелосипед, электроквадроцикл, электромобиль, электрогидроскутер, сигвей и др.); производственный электротранспорт (в области горной промышленности, логистики, складской деятельности, строительной сферы); космический электротранспорт (луноход, марсоход и др.); электротранспорт двойного (наземные, водные и воздушные беспилотные летательные аппараты).

В настоящее время внедрение электротранспорта постепенно вводится во все сферы жизни, начиная от самостоятельного передвижения по городу, заканчивая доставкой продуктов до дома с помощью роботов-доставщиков [2]. В 2019 году компания «Яндекс» начала тестирование роботов-доставщиков. Это автономное устройство предназначено для доставки грузов, посылок, почты. Уже к сентябрю 2023 года они доставили 250 тысяч заказов по Москве, Ленинградской области и Иннополисе (Республика Татарстан). Время его автономной работы составляет до 8 часов, при этом зарядные элементы меняются за пару минут.

С 2018 года в Москве уже сформирован парк из более чем 1,5 тысячи электробусов, которые применяются на 120 маршрутах. К 2030 году планируется, что число электробусов достигнет 5,3 тысячи. Таким образом, город не только снижает количество выбросов углекислого газа, но и снижает уровень шума, а также преобразует его, путем демонтажа контактной сети и «открывает» небо для горожан. Следует отметить, что в январе 2024 года в Красноярске также начали курсировать первые электробусы. Для обеспечения зарядки аккумуляторов на электрокарах необходимо создание надежной и универсальной

инфраструктуры. В данной исследовательской работе при выполнении расчетов были приняты следующие виды ЗЭС: медленные ЗЭС - за 1 час получаемая энергия равна дистанции от 6 до 90 км (44 кВт/ч); быстрые ЗЭС - получение 90% заряда батареи за 20 минут (150 кВт/ч). Одним из ключевых вопросов является стоимость электромобиля – как правило она выше стоимости автомобиля с ДВС аналогичного класса на 0,75-1 млн руб., так, например, стоимость отечественного электромобиля «Атом» прогнозируется в диапазоне от 2,5 млн до 3,5 млн руб. Стоимость зарядной станции зависит от мощности, способа исполнения и ряда иных факторов.

Важно отметить тенденции развития будущего по теме исследования. Так, долгосрочное прогнозирование электропотребления играет ключевую роль в глобальном прогнозе экономического развития и служит основой для разработки программ, стратегий и сценариев развития энергетики как на уровне отдельного региона, страны, так и в мировом масштабе. Современное состояние мировой энергетики можно охарактеризовать как глобальный энергетический переход, в процессе которого происходят серьезные трансформационные изменения в прогнозировании развития энергетики. Одной из важнейших проблем, над которой работают исследователи и эксперты, является совершенствование методов прогнозирования с целью более полного учета факторов, оказывающих влияние на динамику электропотребления с целью роста обоснованности прогнозов и повышения качества прогнозирования. В целях прогнозирования объемов электропотребления применяется широкий спектр методов: от традиционных статистических (регрессионный и корреляционный анализ, прогнозная экстраполяция и пр.) до новейших методов прогнозирования с использованием нейронных сетей, а также их смешанные вариации, так называемые гибридные методы.

С одной стороны, увеличение производства и потребления электроэнергии является одним из основных показателей экономического развития страны, с другой - ключевым фактором риска нагрузки на окружающую среду и выбросов в атмосферный воздух. Исходя из этого, анализ существующего состояния отрасли, отслеживание основных тенденций развития мировой энергетики и выстраивание актуальных прогнозов на их основе, приобретают всё большую актуальность [3].

Спрогнозировать развитие событий на рынках электроэнергии с высокой долей вероятности практически невозможно. Однако можно выявить основные тенденции и сценарии развития российской и мировой энергетики в долгосрочной перспективе [7].

Углекислый газ в атмосферный воздух, что в свою очередь вызывает увеличение температуры в атмосфере и в перспективе ведёт к глобальным экологическим изменениям. Сегодня снижение выбросов углекислого газа и улучшение климатических показателей выступают в качестве основных задач для мирового сообщества. В рамках климатической политики ведущих индустриальных стран идёт активное развитие генерации электроэнергии на основе ВИЭ и в обозримой перспективе прогнозируется существенный рост производства и потребления «зеленой» энергии, обеспеченный увеличением числа генерирующих мощностей солнечных и ветровых электростанций. По различным оценкам доля энергии, получаемой из возобновляемых источников, в общей структуре электропотребления может увеличиться с 8% в 2020 году до 40-60% в 2060 году (в зависимости от сценария) [5].

Однако, несмотря на активное развитие ВИЭ, доля ископаемых источников энергии в общем мировом энергобалансе всё ещё остается преобладающей. Исходя из этого, есть все основания полагать, что технологическое развитие угольной, газовой, атомной генерации будет продолжаться.

Продолжительное время развитые страны занимаются вопросом модернизации электроэнергетических систем с помощью создания умных сетей электроснабжения Smart Grid, ключевыми преимуществами которых являются наблюдаемость систем электросетевого комплекса, возможность дистанционного управления, способность к самодиагностике. Концепция уже получила широкое распространение в странах ЕС, США, Китае, Японии и Индии. Развитые страны успешно реализуют принципы Smart Grid благодаря комплексному подходу к организации функционирования энергетического комплекса, что влечет за собой модернизацию и технологическое развитие энергетической отрасли [1].

Инновационный сценарий предполагает наиболее полное использование возможностей энергетического сектора для ускорения темпов роста экономики и повышения благосостояния населения России в совокупности с более позитивным прогнозом мирового спроса и цен на энергоресурсы. Темп прироста потребления энергии при таком сценарии к 2050 году составит 47% [4, с. 158].

Сценарии развития энергетики РФ различаются в зависимости от предполагаемых темпов роста экономики страны. Все сценарии объединяет ориентация на общие тенденции, такие как: сохранение численности населения на стабильном уровне; эволюционный характер мирового научно-технического развития; реализацию в отраслях ТЭК плана мероприятий по внедрению инновационных технологий и современных материалов; действие санкционных ограничений в течение длительного времени.

Негативный сценарий основан на предположении об общем снижении уровня экономики и потенциальных темпов её роста. В рамках этого сценария происходит введение дополнительных ограничений на экспорт российских энергоресурсов ввиду усиления напряжения геополитической ситуации. Ежегодный экономический рост при таком сценарии сохранится на крайне низком уровне (в пределах 1%). Консервативный сценарий предполагает умеренные темпы роста экономики с учетом необходимости модернизации топливно-энергетического и сырьевого секторов экономики. Ежегодный экономический рост при таком сценарии составит 3% до 2040 г. с дальнейшим замедлением до 1,3% к 2050 г. Темп прироста потребления энергии при таком сценарии к 2050 году составит 30%. Инновационный сценарий предполагает наиболее полное использование возможностей энергетического сектора для ускорения темпов роста экономики и повышения благосостояния населения России в совокупности с более позитивным прогнозом мирового спроса и цен на энергоресурсы. Темп прироста потребления энергии при таком сценарии к 2050 году составит 47%.

Стоит отметить, если при разработке Энергетической стратегии РФ на период до 2035 года основным фактором, способным оказать влияние на её реализацию, была названа пандемия COVID- 19, сегодня смело можно сказать, что политические факторы (участие СВО, а также санкционные ограничения) выходят на первый план. Затруднение обмена энергетическими ресурсами с Россией оказало существенное влияние на надежность процесса поставок и ценовую конъюнктуру энергоресурсов в Европе и мире. Европейские страны во все времена в значительной степени зависели от импорта российского природного газа. Резкое повышение цены на газ в Европе в начале 2022 г. говорит о том, что развитые страны также зависят от ископаемых энергоресурсов, на долю которых приходится около 80% потребления в мире, несмотря на рост производства электроэнергии [14].

Ввиду изношенности энергетической инфраструктуры в России вопросы проработки и реализации концепции Smart Grid особенно актуальны [9]. Энергетический комплекс нашей страны — это уникальная энергосистема, не сравнимая по масштабу, протяженности и функционалу ни с одной энергосистемой в мире. В силу специфики российской системы энергоснабжения реализация концепции Smart Grid — это сложный, долгий и многоэтапный процесс, требующий участия экспертов и решения вопросов финансирования [14].

В целом развитие российской энергетики предполагает сохранение тенденций к увеличению потребления энергоресурсов при последовательном устойчивом развитии экономики. Сфера электротранспорта и зарядной инфраструктуры находится в стадии активного развития как в нашей стране, так и во всем мире. Её свойства определяются текущими масштабами распространения электротранспорта, его внедрения в различных отраслях и сферах жизни, а также перспективами перехода к преимущественному использованию электрокаров. Решающее значение для широкого распространения электрического транспорта играет развитие зарядной инфраструктуры. Поскольку инновационный сценарий предполагает постепенное вытеснение электрическим транспортом традиционных автомобилей, вопросы развития электротранспорта и зарядной инфраструктуры являются актуальными и требуют детального изучения. Особое внимание следует уделить рассмотрению глобальных факторов и тенденций, которые могут оказать влияние на развитие сферы электротранспорта [14].

В общемировом масштабе на скорость и направление развития сектора электротранспорта и зарядной инфраструктуры оказывают влияние международные стандарты. В современных условиях наблюдается ужесточение требований международных регламентов к энергетической эффективности и экологической безопасности. По данным Международного энергетического агентства, на долю энергетического сектора приходится более 40% выбросов парниковых газов, чем обусловлена необходимость модернизации и постепенного перехода на более «чистые» источники энергии [14].

В пользу экологического тренда в развитых странах также говорит увеличение платежеспособного спроса на возобновляемые источники энергии, как новый индикатор более высокого качества жизни населения. Крупнейшие мировые корпорации, такие как Microsoft, Google, Johnson & Johnson, BMW и др., добровольно приняли на себя обязательство перехода на ВИЭ. В развивающихся странах также остро стоит вопрос загрязнения окружающей среды, поэтому спрос на экологичные энергетические ресурсы растет. Для нашей страны в ближайшей перспективе электроэнергия, полученная из возобновляемых источников, не займёт большой доли в общей структуре электроэнергетики. Основываясь на плановых показателях, утвержденных правительством РФ, в обозримом будущем планируется нарастить долю возобновляемых источников энергии в энергобалансе страны с текущих 2,2% до 6% к 2035 году [14].

Следующим важным фактором, оказывающим влияние на развитие отрасли, выступает прогресс в области техники и развитие технологий. Главенствующую роль здесь играет развитие энергоэффективных технологий и комплексные решения в области ВИЭ. В развитых странах наблюдается значительный рост доли выработки электроэнергии, в основе которой лежат возобновляемые источники, что стало следствием существенного роста эффективности технологий и, как следствие, удешевления оборудования, позволяющего добывать энергию из возобновляемых источников. На фоне этого наблюдается сокращение инвестиционного потока в традиционную углеродную генерацию, постепенная консервация и вывод мощностей из эксплуатации. Однако стоит отметить, что слабой стороной применения возобновляемой генерации остаётся неравномерность выработки электроэнергии на основе ВИЭ в течение суток и в течение года, что повышает важность развития технологий в сфере накопления и хранения энергии.

В рамках развития рынка электромобилей концепция умных сетей получила реализацию в технологии V2G (vehicle-to-grid), которая предполагает подключение автомобиля к электросетям с целью выдачи электроэнергии обратно в сеть, что напрямую влияет на управление спросом на электрическую энергию и способствует решению проблемы балансировки подачи электроэнергии [8].

Отставание России от мировых темпов развития технологий объясняется высокими издержками на строительство, эксплуатацию и обслуживание объектов генерации на основе ВИЭ. Себестоимость возобновляемой электроэнергии в России в 1,5 раза превышает себестоимость аналогичной энергии в странах с развитым конкурентным рынком. Для того, чтобы догнать развитые страны по уровню развития ВИЭ-генерации, нашей стране нужно развивать внутренние технологии в сфере разработки и локализации производства оборудования. Одновременно необходимо расширять международную кооперацию по перспективным направлениям развития электроэнергетики, ориентируясь на мировые тренды. В России активно прорабатывается вопрос программного обеспечения для электромобилей. Согласно проекту приказа Минцифры России, опубликованному в декабре 2023 г., с 1 января 2025 года быстрые зарядные станции для электромобилей должны будут работать только на основе программного обеспечения, входящего в перечень отечественного программного обеспечения или реестр программного обеспечения членов Евразийского экономического союза [6].

На конец 2023 года 5 российских компаний запустили производство быстрых зарядных станций, соответствующих требованиям. Кроме того, Минцифры РФ зарегистрировало первую в России платформу дистанционного управления электрозарядными станциями

Charge.electro.cars, которая позволяет управлять электрическими сетями зарядных станций с помощью протокола OCPP (Open Charge Point Protocol). Владелец электрозаправки в личном кабинете доступна информация о потреблении электроэнергии, финансовая аналитика, информация о зарядных сессиях и статусе ЭЗС, тенденции изменения тарифов, возможность управления и технического обслуживания оборудования [10].

Рассматривая вопрос развития электротранспорта и зарядной инфраструктуры для него, также необходимо учесть фактор энергобезопасности. Бесперебойное обеспечение электроэнергией является основой для устойчивого экономического развития страны. При этом во многих странах (включая развитые) имеет место технический и моральный износ генерирующего оборудования, и недостаточный объем финансирования процесса модернизации и технического перевооружения мощностей генерирующих объектов. Особенности нашей страны (такие как протяженность территории, неравномерность распределения населения, неоднородность распространения промышленных объектов и энергосетей), а также статус одного из главных мировых экспортёров энергоресурсов, возводят энергобезопасность в статус важнейшего фактора национальной безопасности РФ [14].

Исходя из этого, для России крайне важно решить проблемы неравномерности распределения энергоресурсов, несбалансированности энергоснабжения регионов, недостаточной пропускной способности электросетевого комплекса, чрезмерного резервирования мощностей. Еще одним важным фактором, влияющим на состояние отрасли, является развитие рынков энергии. Совершенствование существующих и формирование новых рынков преследуют цель повышения доступности различных видов энергии в отдаленных регионах, способствует минимизации межрегиональных разрывов в уровнях энергообеспечения, а также способствует развитию альтернативной энергетики. Распространение электромобилей, систем хранения энергии, активных энергокомплексов способствует снижению спроса на энергию со стороны крупных энергетических компаний, упрощает энергоснабжение строящегося жилого фонда, предоставляет участникам рынка возможность выступать продавцами электроэнергии в сеть. В России крупные энергетические компании, которые составляют основу энергосистемы страны, только начали осознавать значимость распределенной генерации, возможности её применения в системе активных энергокомплексов и агрегаторов электроэнергии. Инвестпрограммы таких компаний формируются на основе обновления существующих объектов и модернизации действующих технологий [6].

В 2023 году количество автомобилей, использующих исключительно электродвигатели, в России достигло 39,7 тыс. единиц, что более чем в 250 раз превышает показатель 2015 года (145 ед.).

С целью прогнозирования роста спроса на электрическую энергию в связи с электрификацией легкового транспорта были проанализированы значения, указанные в постановлении «Об утверждении Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года».

Влияние электрификации легкового транспорта на годовой объем электропотребления было оценено через усредненный показатель экономичности двигателя легкового электромобиля (принят популярный на мировом и российском рынке – Nissan Leaf). Таким образом в расчете учтено: расход электроэнергии 19 кВт ч на 100 км пробега; среднее значение пробега 1 российского автомобиля за год, определенного по результатам анкетирования экспертов, данных с открытых источников и личного опыта участников команды, составляет около 17,5 тыс. км.

В результате электрификации легкового транспорта в случае реализации инерционного сценария 897 тыс. электромобилей в 2035 году потребуется выработка 2,98 млрд кВтч, в случае сбалансированного сценария (2 372 тыс. электромобилей) - потребуется дополнительно 7,89 млрд кВтч, а в случае сценария ускоренного развития с общим парком 5 508 тыс. электрокаров – потребуется компенсировать дополнительное потребление в объеме 18,32 млрд кВтч.

В результате рассмотрения опыта других стран с более развитой зарядной инфраструктурой, анализа концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года, а также опроса экспертного сообщества выявлена оптимальная зависимость между количеством электрокаров и зарядных станций, которая составляет 1 зарядная станция на 10 автомобилей. Кроме того, доля быстрых зарядных станций должна составлять порядка 40% от общего числа ЗЭС, медленных – 60%. Таким образом в 2035 году при реализации инерционного сценария необходимо 90 станций в т.ч. 54 медленных и 36 быстрых, в случае сбалансированного сценария - 237 станций в т.ч. 142 медленных и 95 быстрых, а при сценарии ускоренного развития количество ЗС составит 550 шт., из них 330 медленные и 220 - быстрые зарядные станции.

Рассмотрим сценарный анализ. В рамках осуществления негативного сценария на горизонт планирования до 2035 года отталкиваемся от следующих факторов:

Стимулирование развития электротранспорта и инфраструктуры отсутствует. Разработка новых технологий не ведется, финансируется только на поддержание действующих технологий и проектов. Это может быть обусловлено снижением ВВП и высоким уровнем инфляции. Внедрение новых технологий на машиностроительных заводах не производится, инновации в энергетическом комплексе отсутствуют, все сводится к поддержанию работоспособности действующего оборудования.

Отсутствие реализации планов по развитию электротранспорта может происходить в связи с отсутствием политики государства по электрификации транспорта, недостаточности финансирования, а также в связи с недостаточным количеством и объемам льгот (бесплатные магистрали, парковки, налоговые льготы и субсидии).

При реализации инерционного сценария до 2035 года будет создано не более 15,4 тысяч рабочих мест, без улучшения существующих условий труда и при незначительном повышении эффективности производства, кроме того, ожидается сокращение количества персонала в 2035 году, задействованного в секторе энергетики и машиностроения. Этот фактор может обуславливаться тем, что заинтересованность в отечественных автомобилях будет постепенно снижаться после достижения экстремума в 2033 году, а стоимость экспортных автомобилей не будет соответствовать доходам граждан.

Так как компании машиностроительного и топливно-энергетического комплекса испытывают дефицит средств на инвестиции, а на субсидии недостаточно средств выполняются лишь проекты поддержания, инновационная активность снижена до минимальных значений. Импортозамещение и импортоопережение не осуществляется, зарубежные страны используют выход компаний из экономики России как окно возможности реализации собственной продукции.

В рассматриваемом горизонте планирования основным вопросом в сфере транспорта и обеспечения структуры для него раздел рынков автотранспорта, с учетом ситуации на европейском машиностроительном производстве (миграция на запад), а также с учетом развития рынка Китая, Белоруссии и России. Наблюдается тренд на использование общественного транспорта и на отказ от использования личного после завершения локдаунов, связанных с пандемией коронавирусной инфекции, а также в связи с изменением привычек россиян - граждане все больше заботятся об экологии и личном здоровье. Кроме того, базовая стоимость автомобилей с ДВС, а также стоимость обслуживания и рост стоимости нефтепродуктов способствуют трансформации внутреннего авторынка России [11]. Санкционное давление и рост российской экономики способствуют увеличению внутреннего трансфера товаров крупными грузовыми автомобилями.

Потребность в новых технологиях в данном сценарии развития будет умеренной: повсеместно внедряется электрификация общественного транспорта и электрификация коммерческого грузового транспорта, электрификация легкового транспорта физических лиц выполняется умеренным темпом. Аналитики декларируют импортоопережение и импортозамещение в сферах энергетики и машиностроения.

В случае сбалансированного сценария к 2035 году будут организованы не менее 40 тысяч высокопроизводительных рабочих мест по всей технологической цепочке производства электрохимии, электромеханики, электроники производства электротранспортных средств, а также в сфере обеспечения эффективности критической инфраструктуры.

Сценарий ускоренного развития. В инновационном сценарии в дополнение к факторам сбалансированного сценария мы видим к 2035 году следующее: реструктуризация энергосистемы России за счет внедрения технологий устойчивого развития; экономика меняет статус сбережения и восстановления и переходит в режим инвестирования и развития; восстановление устойчивых связей на фоне международного партнерства в целях достижения устойчивого развития; разработка программ по перестройке схемы взаимодействия с мировым сообществом и собственной бизнес-модели с прицелом на развитие внешнего рынка;

В России активно внедряется электрификация всех видов транспорта, в том числе активная электрификация тяжелой карьерной техники и иных тяжелых грузовиков; активно развиваются заправочные станции на базе возобновляемых источников энергии. Производится космический электрический транспорт - луноходы, марсоходы на базе солнечных фотоэлектрических панелей.

Следует отметить, что критериями, характеризующими ускоренный сценарий развития, являются: обеспеченность доступными запасами нефти на 46 лет; значительное увеличение ВВП; активное применение наилучших доступных технологий; сохранение темпов инфляции на текущем уровне или незначительное сокращение; стимулирование спроса на электромобили и ограничение на использование транспорта с ДВС; гарантированная поддержка развития электротранспорта и инфраструктуры в течение первых 3 лет (при необходимости до точки безубыточности); активная поддержка инфраструктуры; количество электромобилей к 2030 году составит 3 230 тыс. шт.; производство отечественных электротранспортных средств к 2030 году составит >500 тыс. шт. срок окупаемости проектов развития электротранспорта и инфраструктуры до 12 лет с учетом субсидирования [13].

Для достижения вышеуказанных показателей при реализации сценария ускоренного развития следует придерживаться следующих рекомендаций: поддерживать развитие электротранспорта не только в первые 3 года, а в случае необходимости до точки безубыточности; активно поддерживать развитие инфраструктуры; наложить запрет на производство и регистрацию автомобилей с ДВС начиная с 2027 года; развивать сырьевую базу для производства комплектующих для электротранспортных средств; совершенствовать нормативно-правовую базу РФ в части развития производства и использования электротранспортных средств наряду со снятием регуляторных барьеров. обеспечить прирост бюджетных мест в ВУЗах по направлениям машиностроения и энергетики в объеме 60 тыс. к 2035 году; учесть в документах стратегического планирования снижение потребления бензина легковыми автомобилями в объеме 13,22 млрд литров в 2035 году; учесть в документах стратегического планирования развития энергетики, развития городов и субъектов увеличение потребления электрической энергии в связи с развитием электротранспорта в объеме 48,03-109,73 млрд кВт\*ч к 2035 году.

На основании анализа факторов, считаем, что экономический фактор (ограниченность запасов нефти – от 46 до 78 лет, а также экономичность электротранспорта относительно автомобилей с ДВС – более чем в 2 раза), экологический фактор (снижение выбросов вредных веществ более чем в 2 раза), социальный фактор (более чем двукратный рост количества запросов в поисковых системах), технологический фактор (синергетический эффект развития беспилотного транспорта, систем накопления электрической энергии и освоения космоса), политический фактор (законодательные инициативы) подтверждается, что тема электротранспорта и инфраструктуры является ключевой в направлении стратегического развития России.

В результате проведенного анализа выявили преимущества: диверсификация автомобильного рынка по видам топлива; экологичность, соответствие современным трендам и «зеленой» повестке; энергоэффективность; экономичность, поддержание комфорта городской

среды. Учитывая низкую долю электротранспорта в общем парке страны - 0,06%, понимаем, что необходимы кардинальные меры по влиянию на многочисленные факторы, приведенные в PESTEL-анализе. Из них преобладающее значение в сбалансированном развитии электротранспорта и инфраструктуры оказывают экономические и социально - культурные аспекты.

Для того, чтобы понять, какими рычагами можно влиять на ситуацию, в блоке 2 были оценены риски развития экономики и энергетики в России, и сформирован перечень основных стратегических и тактических условий (требований) к внешним и внутренним условиям, обеспечивающих гарантированное развитие энергетики по выбранной теме в России в интервале 2025-2035 гг. Риск с наименьшей степенью влияния и вероятностью возникновения - особенности производства и утилизация аккумуляторов в России, а риск с наивысшей степенью влияния и вероятностью возникновения - высокая закредитованность, низкая платежеспособность населения.

На основании выбранного вектора с учетом проведенного анализа был сформирован перечень основных требований к прогнозируемой внешней и внутренней обстановке в стране, бизнесе, экономике, энергетике и политике, а также определены ключевые показатели для каждого из сценариев и даны рекомендации для каждого из сценариев.

При реализации инерционного сценария необходимо обеспечить прирост бюджетных мест в вузах по направлениям машиностроения и энергетики в объеме 15,4 тысяч к 2035 году, учесть в документах стратегического планирования снижение потребления бензина легковыми автомобилями в объеме 2,15 млрд литров в 2035 году, учесть в документах стратегического планирования развития энергетики, развития городов и субъектов увеличение потребления электрической энергии в связи с развитием электротранспорта в объеме 20,77-42,37 млрд кВт\*ч к 2035 году.

Наиболее вероятным сценарием является – сбалансированный, в этом случае необходимо обеспечить прирост бюджетных мест в ВУЗах по направлениям машиностроения и энергетики в объеме 40 тысяч к 2035 году, учесть в документах стратегического планирования снижение потребления бензина легковыми автомобилями в объеме 5,15 млрд литров в 2035 году, учесть в документах стратегического планирования развития энергетики, развития городов и субъектов увеличение потребления электрической энергии в связи с развитием электротранспорта в объеме 31,52-73,12 млрд кВт\*ч к 2035 году.

Оптимистичным сценарием в исследовании определен сценарий ускоренного развития, при котором необходимо обеспечить прирост бюджетных мест в ВУЗах по направлениям машиностроения и энергетики в объеме 60 тыс. к 2035 году, учесть в документах стратегического планирования снижение потребления бензина легковыми автомобилями в объеме 13,22 млрд литров в 2035 году, учесть в документах стратегического планирования развития энергетики, развития городов и субъектов увеличение потребления электрической энергии в связи с развитием электротранспорта в объеме 48,03-109,73 млрд кВт\*ч к 2035 году.

С учетом того, что верхняя граница прироста потребления электрической энергии учитывает электрофикацию грузового транспорта и легкового коммерческого транспорта, а нижняя граница – без учета, необходимо определить целесообразность и возможность электрофикации этих видов транспортных средств для корректного прогнозирования прироста расхода электрической энергии.

#### Список источников:

1. Борреманс А.Д., Лепехин А.А, Ильин И.В. Smart Grid – концепция, заинтересованные стороны и отраслевые решения// Журнал исследований по управлению. - 2019. - Том 5 №6. [Электронный ресурс]: URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/34584/view> (дата обращения: 30.04.2024).
2. Валеева Ю.С., Калинина М.В., Зорина Т.Г., Ахметова И.Г. «Стимулирование развития электротранспорта как инструмент развития территории» Вестник Казанского государственного энергетического университета, вып. 14, №. 1 (53), 2022, с. 155-172.

3. Ковалев В.З. Анализ методов прогнозирования потребления электрической энергии и мощности / Ковалев В.З., Швецов С.Ю., Архипова О.В. // Инженерный вестник Дона, №4 (2023) [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-prognozirovaniya-potrebleniya-elektricheskoy-energii-i-moschnosti/viewer> (дата обращения: 23.10.2024).
4. Мазурова О. В. Энергопотребление в России: современное состояние и прогнозные исследования / О. В. Мазурова, Е. В. Гальперова // Проблемы прогнозирования. - 2023. - № 1. - С. 156–168.
5. Pankratieva S.G., Rezak E.V., Chervyakova M.V. (2020). Development of alternative energy in the world and in Russia: renewable energy sources and their role in providing consumers with energy. Regional Economics and Management: electronic scientific journal, 4 (68). [In Russian] [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_47498740\\_61025674.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47498740_61025674.pdf) (дата обращения: 26.10.2024)
6. Калимуллин Л.В. Основные тенденции и сценарии развития мировой энергетики. [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-tendentsii-i-stsenarii-razvitiya-mirovoy-energetiki/viewer> (дата обращения: 02.04.2024).
7. Ковалев В.З. Анализ методов прогнозирования потребления электрической энергии и мощности / Ковалев В.З., Швецов С.Ю., Архипова О.В. // Инженерный вестник Дона, №4 (2023) [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-prognozirovaniya-potrebleniya-elektricheskoy-energii-i-moschnosti/viewer> (дата обращения: 03.04.2024).
8. Концепция Vehicle-to-grid. Почему электромобили являются единственным шансом на развитие возобновляемой энергетики? [Электронный ресурс]: URL: <https://habr.com/ru/articles/703426/> (дата обращения: 30.04.2024).
9. Круглый стол «Smart Grid в России: практика и перспективы» // Журнал «Информационные системы». - 2016. - № 1-2. - с. 28-37. [Электронный ресурс]: URL: [https://borlas.ru/sites/default/files/pdf/533\\_document.pdf](https://borlas.ru/sites/default/files/pdf/533_document.pdf) (дата обращения: 29.04.2024).
10. Минцифры зарегистрировало первую в России платформу дистанционного управления электрозарядными станциями (ЭЗС) [Электронный ресурс]: URL: <https://electro.cars/tpost/etfemb85j1-mintsifri-zaregistrirovalo-pervuyu-v-ros> (дата обращения: 30.04.2024).
11. Стоимость нефти марки BRENT [Электронный ресурс]: URL: <https://quote.rbc.ru/ticker/181206> (дата обращения: 17.06.2024).
12. Что выгодней в эксплуатации: электромобили или машины с ДВС? [Электронный ресурс]: URL: <https://avtocharge.ru/chto-vyigodnej-v-ekspluataczii-elektromobili-ili-mashinyi-s-dvs/> (дата обращения: 01.05.2024).
13. Global oil and natural gas reserves both increase [Электронный ресурс]: URL: <https://www.ogj.com/general-interest/economics-markets/article/14302481/global-oil-and-natural-gas-reserves-both-increase> (дата обращения: 10.05.2024).
14. Smart Grid. Умные Сети. Интеллектуальные сети электроснабжения [Электронный ресурс]: URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> Статья: Smart\_Grid\_ (дата обращения: 29.04.2024).