



Внедрение новейшей железнодорожной техники на основе межотраслевой кооперации



Троицкий Павел Сергеевич – Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия.*

Павел ТРОИЦКИЙ

Описаны прямые и внешние эффекты от развития объектов железнодорожной транспортной инфраструктуры. Приведены примеры межотраслевого сотрудничества в транспортной сфере в российской и международной практике. Делается вывод, что развитие межотраслевой производственно-транспортной кооперации хозяйствующих субъектов позволяет резко ускорить научно-технический прогресс в железнодорожной отрасли, а именно, разрабатывать и внедрять новые модели железнодорожной техники, перевозочные технологии, в том числе с учётом региональных особенностей транспортного рынка.

В практической части работа преследует цель рассмотрения преиму-

ществ внедрения модульных грузовых электропоездов (МГЭП), определения основных групп грузовладельцев, на которых ориентирован данный вид подвижного состава. Приведены результаты расчётов снижения времени хода и удельного расхода электроэнергии при внедрении МГЭП. Представлены рассчитанная стоимость прицепного и моторного вагона МГЭП, а также результаты экономических расчётов NPV эксплуатации МГЭП в сравнении с поездом локомотивной тяги за период жизненного цикла. Для достижения цели в работе использованы методы сопоставления технических объектов и финансового планирования.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, транспортно-производственное партнёрство, моторвагонные грузовые поезда, распределённая тяга, ускоренные грузовые перевозки, энергетическая эффективность.

*Информация об авторе:

Троицкий Павел Сергеевич – аспирант кафедры электрической тяги Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия, paveltroitskiy@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 26.12.2019, актуализирована 13.07.2020, принята к публикации 21.08.2020.

For the English text of the article please see p. 194.

ВВЕДЕНИЕ

С макроэкономической точки зрения, железные дороги – индикатор и инструмент макроэкономической политики. От работы железнодорожного транспорта зависят прогресс в иных сферах экономики, транспортная подвижность населения, комплексное развитие территорий. Недопустима ситуация сдерживания экономического роста страны запаздывающими темпами создания транспортной инфраструктуры, внедрения новейшей техники и технологий на железных дорогах.

Целью изложенного в статье исследования является обоснование экономической эффективности внедрения модульных грузовых поездов для определённого вида перевозок – контейнерных, контейлерных, рефрижераторных, определение спектра грузов, для которых данный вид подвижного состава наиболее эффективен.

Для достижения указанной цели в работе применены методы сравнительного анализа, контент-анализа технической информации, планирования денежных потоков и финансовых вычислений.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ

В Российской Федерации, согласно Программе структурной реформы на железнодорожном транспорте, целями реформирования являются: повышение устойчивости работы железнодорожного транспорта, его доступности, безопасности, качества предоставляемых им услуг для обеспечения единого экономического пространства страны и общенационального экономического развития; формирование единой гармоничной транспортной системы страны; снижение совокупных народно-хозяйственных затрат на перевозки железнодорожным транспортом; удовлетворение спроса на услуги железнодорожного транспорта [1].

Не останавливаясь на имевшей место дискуссии относительно проблем и последствий, связанных с реформированием (среди наиболее заметных, но неоднозначно оцениваемых работ, посвящённых этой теме, можно выделить [2]), отметим, что возникновение новых транспортных артерий, улучшение технологии перевозок на

существующих магистралях порождают не только прямые, получаемые непосредственно владельцем транспортной инфраструктуры выгоды, но и внешние, комплексные мультипликативные эффекты.

К прямым транспортным эффектам можно отнести:

- дополнительный доход от взимания платы за проезд и перевозку грузов на железнодорожном транспорте;
- сокращение затрат на перевозку грузов и пассажиров иными видами транспорта в связи с улучшением дорожных условий (уменьшением пробок, аварий на автодорогах, увеличение скорости доставки по сравнению с водным транспортом, снижение стоимости доставки по сравнению с авиатранспортом);
- сокращение капитальных вложений в иные объекты транспортной инфраструктуры в связи с уменьшением времени доставки грузов и пассажиров;
- сокращение потерь транспорта, связанных с компенсацией ущерба за причинение экологического вреда окружающей среде (эффект от снижения выбросов CO₂ автомобильного и авиатранспорта, загрязнений объектов водной инфраструктуры).

Внешние эффекты связаны с получением выгод экономическими субъектами во внетранспортной отрасли. К таким эффектам относятся:

- сокращение потерь времени пребывания пассажиров в пути, в том числе благодаря снижению заторов на дорогах;
- сокращение непроизводительных потерь пассажиров за счёт снижения транспортной усталости (снижение производительности труда после поездки);
- сокращение потребности предприятий и организаций в оборотных средствах в связи с повышением скорости доставки материалов и готовой продукции за счёт улучшения техники и технологии перевозок;
- сокращение потерь от дорожно-транспортных происшествий;
- рост стоимости недвижимости, а также арендных ставок на недвижимость, вызванный развитием прилегающей транспортной инфраструктуры;
- рост поступлений налогов на имущество и на землю от объектов недвижимости, вызванный развитием прилегающей транспортной инфраструктуры;



- рост поступлений налогов на прибыль и добавленную стоимость от эксплуатации и реализации объектов недвижимости, вызванной развитием железнодорожного транспорта;

- эффект от роста доходов населения в связи с созданием новых рабочих мест и, как следствие, рост поступлений налога на доходы физических лиц во внетранспортных отраслях;

- эффект роста чистой прибыли хозяйствующих субъектов, связанный с увеличением покупательской активности за счёт создания новых бизнесов и рабочих мест в регионе прилегания транспортной артерии;

- эффект от увеличения доступности территорий и, как следствие, развития туризма;

- эффект от снижения уровня преступности за счёт повышения занятости населения при создании новых рабочих мест на прилегающих к транспортной инфраструктуре территориях.

Определение общественной (социально-экономической) эффективности реализации мероприятий развития транспортной инфраструктуры следует производить путём сравнения общественных затрат и результатов, которые будут иметь место на транспорте (прямые эффекты) и в нетранспортных отраслях народного хозяйства (внешние эффекты) в случае осуществления этих мероприятий с теми затратами и результатами, которые будут иметь место при отказе от их реализации.

МЕЖВИДОВАЯ И МЕЖОТРАСЛЕВАЯ КООПЕРАЦИЯ

Все перечисленные внешние внетранспортные эффекты можно измерить в денежном выражении и оценить их влияние на совокупный ВВП страны. Безусловно, главным интересантом и бенефициаром от инвестиций в строительство, модернизацию, содержание транспортных объектов является государство. Однако для получения прямых транспортных эффектов в условиях насыщения рынка транспортных услуг современные методы и формы хозяйствования должны применять и негосударственные экономические субъекты. В качестве примера такого подхода можно привести проект развития туристического

кластера «Сортавала—Рускеала—Валаам» в районе прилегания малоделятельной Западно-Карельской железной дороги. Дирекция по организации скоростного сообщения ОАО РЖД (ДОСС) в декабре 2018 года запустила две пары скоростных поездов «Ласточка» по маршруту Санкт-Петербург—Сортавала, которые помимо обслуживания туристов кластера, принимают на себя ещё и часть социальных перевозок между малыми населёнными пунктами Республики Карелия и Ленинградской области. При этом качественно повысился уровень транспортного обслуживания в регионе. Если раньше от Санкт-Петербурга до Сортавалы нужно было ехать автобусом 6–7 часов по извилистой автодороге, то теперь электропоезд «Ласточка» проходит это расстояние всего за четыре часа. Посмотреть туристические объекты Сортавалы, Валаамский монастырь или горный парк Рускеала можно за один день. При незначительной доходности или даже убыточности данных перевозок, необходимости применения на этом маршруте двух видов тяги (тепловозной и электрической), проектом получен интегральный социально-экономический эффект, который должен перераспределяться между субъектами туристической сферы и транспортного бизнеса. Такое перераспределение может происходить в форме создания совместных предприятий (например, предприятий транспорта и турбизнеса), контрактов на перевозку, концессионных соглашений и др.

В международной практике к транспортным проектам межвидовой и межотраслевой кооперации можно отнести, например, пассажирские интермодальные железнодорожно-автобусные перевозки чешских компаний Leo Express и RegioJet собственным локомотивным, вагонным и моторвагонным парком; грузовые перевозки контейнеров моторвагонными электропоездами компании Mercitalia в Италии; интермодальные железнодорожные, автобусные и паромные перевозки японской компании West Japan Railway; диверсифицированный бизнес железнодорожной компании Union Pacific Railroad Co в США, включающий перевозки сельскохозяйственной продукции, автомобилей, химикатов, угля [3]. Подвижной состав

данных мультиотраслевых холдингов приобретался и проектировался непосредственно под нужды производственных подразделений компании и конкретных заказчиков транспортных услуг.

Создание транспортно-производственных объединений, участие в железнодорожном транспортном бизнесе организаций и производств, жизненно заинтересованных в стабильной работе транспорта, обеспечении сжатого графика перевозок для собственных нужд, позволяет опережающими темпами обеспечить внедрение передовой, наукоёмкой железнодорожной техники и технологий.

МОТОРВАГОННЫЕ ГРУЗОВЫЕ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА КАК ОБЪЕКТ КООПЕРАЦИИ

В ходе научных исследований нами проведены тяговые и энергетические расчёты, а также разработан алгоритм формирования модульных моторвагонных грузовых электропоездов (МГЭП) по критерию энергетической эффективности [4–8].

Считаем, что во внедрении данного подвижного состава будут заинтересованы те участники рынка перевозок, которым необходимо повысить ритмичность отправок, сохранность груза в пути следования, снизить риск разморозки товара при перевозке в рефрижераторных контейнерах, а также сэкономить энергию на тягу поездов.

Применение МГЭП позволяет снизить продольные сжимающие нагрузки на автосцепные устройства вагонов до 400 кН, (в 6,25 раза по сравнению с вагонами локомотивной тяги), облегчить массу металлоконструкции рам вагонов на 1,6 т (на 7,3 % от общей массы тары). При этом снижение стоимости прицепного вагона МГЭП составит 76,8 тыс. руб. или 3,84 %. Экономия массы тары вагона позволяет при неизменной тяговой мощности и том же количестве моторных вагонов увеличить число прицепных вагонов в составе МГЭП. С учётом привлечения дополнительной массы груза коэффициент тары МГЭП станет меньше, чем у поезда локомотивной тяги.

За счёт возможности применения электропневматических тормозов (ЭПТ) на МГЭП и сокращения времени подготовки

тормозов к действию удастся сократить тормозной путь поезда на 30–40 % и тем самым повысить скорость движения – пропускать грузовые поезда по графику пассажирских или в пакете графика с пассажирскими поездами, что позволит разгрузить провозную способность железнодорожных линий. Помимо этого, применение ЭПТ у МГЭП позволит сократить время на проведение опробования тормозов на станциях, улучшит управляемость и безопасность следования поезда, поскольку машинист с помощью электропневматической магистрали постоянно сможет контролировать давление в тормозных цилиндрах и зарядных резервуарах каждого вагона. В грузовом электропоезде возможна реализация концепции снижения зарядного давления в тормозной магистрали и повышения плотности соединения тормозных сетей, что будет способствовать не только уменьшению энергетических затрат на ведение поезда и повышению срока службы компрессоров, но, главное, – улучшению управляемости тормозными средствами поезда, которая играет важнейшую роль в обеспечении безопасности движения [9].

Снизятся эксплуатационные расходы на пропуск поездопотоков, так как существенно уменьшится число глубоких торможений и последующих за ними разгонов грузовых поездов, а значит и расход электроэнергии на тягу. Выявлено, что расход электроэнергии при регулировании суммарной мощности тяговых электродвигателей у МГЭП ниже, чем у поезда локомотивной тяги, поскольку у МГЭП регулирование требуемой мощности происходит более манёвренно в силу меньшей мощности каждого отдельного ТЭД и большего их количества. Наибольший эффект при применении алгоритма отключения избыточной мощности у МГЭП проявляется на участках с переменным равнинно-горным профилем пути, что позволяет существенно экономить энергию на тягу поездов при использовании МГЭП на широтных полигонах. Расчёты показали, что на участке Медвежья Гора–Новый Посёлок Октябрьской железной дороги снижение удельного расхода электроэнергии в направлении «туда» на 4,6 %, а в направлении «обратно» на 3,9 % в сравнении с поездом аналогичной массы, ведомым электровозом 3ЭС5К.





На участке Кривенковская–Гойтх Северо-Кавказской железной дороги удельный расход электроэнергии в направлении «туда» меньше на 4,6 %, в направлении «обратно» меньше на 0,4 % в сравнении с поездом той же массы, ведомым электровозом 3ЭС4К. Время хода у МГЭП на участке Кривенковская–Гойтх в направлении «туда» меньше на 2,6 %, в направлении «обратно» на 9,3 %.

Вопросы управления энергоэффективностью в многодвигательных тяговых модулях постоянно находятся в поле зрения исследователей, поскольку в их решении заложены значительные резервы снижения себестоимости перевозок [10–13].

Применение электродинамических тормозов также более эффективно и безопасно на МГЭП по сравнению с поездом локомотивной тяги, поскольку торможение производится моторными вагонами, распределёнными по составу, что снижает риск схода прицепных вагонов, выдавливания их в кривых, а также уменьшает продольно-динамические реакции состава на переломных профилях пути.

Нами определена целевая (максимально допустимая на текущий момент) цена моторного вагона МГЭП – 60 млн руб., прицепного вагона МГЭП – 1,92 млн руб., единовременные затраты на оборудование депо по эксплуатации – 20 % от цены приобретения МГЭП. При таких параметрах

капитальных вложений во внедрение данного вида тяги по совокупности технологических, экономических эффектов по критерию максимума чистой приведённой стоимости (NPV) за период эксплуатации работа МГЭП предпочтительнее, чем перевозки поездами локомотивной тяги. Например, при сравнении двух поездов – МГЭП и поезда локомотивной тяги с электровозом 3ЭС5К, способных перевозить равный по массе груз – 4000 т при равной тяговой мощности 9600 кВт и равных доходных ставках, за период эксплуатации 40 лет величина NPV у поезда с электровозом 3ЭС5К составит 21,039 млрд руб., у МГЭП – 21,101 млрд руб., т.е. на 0,3 % выше, что подтверждает конкурентоспособность МГЭП при заданных характеристиках.

Составность моторвагонных грузовых поездов несомненно должна быть изменяемой. При этом возможно применение автоматической цифровой сцепки, использование которой позволит не только быстро автоматически сцеплять/расцеплять вагоны, но и производить автосоединение воздуховодов тормозных магистралей, электрических контактов магистралей электропитания различных цепей (ЭПТ, рефрижераторов и др.).

Применение грузовых электропоездов решает проблему стабильного и надёжного энергообеспечения рефрижераторных

контейнеров, специализированных съёмных кузовов вагонов-цистерн, требующих энергии для обеспечения работы паровых рубашек, тепловых электрических нагревателей и охладителей, обеспечивающих перевозку наливных грузов в надлежащем состоянии на дальние расстояния.

Применение грузовых электропоездов возможно и для ускоренной перевозки контейнеров, что позволит снизить удельные выбросы CO₂ и окажет положительный экологический эффект.

Наибольший потенциал для организации контейнерных перевозок в России, на наш взгляд, имеют максимально загруженные автотранспортные направления, где более высокая скорость прохождения погранпереходов и доставки грузов по железной дороге составит фактор существенного снижения логистических издержек. К таким направлениям можно отнести Москва–Санкт–Петербург–Финляндия, Москва–Минск–Брест–Варшава, Москва–Минск–Вильнюс–Калининград.

ВЫВОДЫ

Создание модульных грузовых электропоездов в рамках транспортно-производственной кооперации возможно в таких отраслях, как производство и перевозка продуктов питания, технических жидкостей, требующих особых условий температурного режима при хранении и транспортировке, ускоренная доставка высокотехнологичной бытовой и компьютерной техники, машин и оборудования, лекарств, предметов моды, других грузов с высокой добавленной стоимостью. Помимо этого, преимущества грузовых электропоездов проявятся на полигонах с нестабильным грузопотоком, на участках со сложным профилем пути, где возможны вынужденные остановки и разгон на крутых подъёмах и спусках, где применяется подталкивание, двойная тяга.

Моторвагонные грузовые электропоезда – это специализированный подвижной состав, его внедрение несколько не отменит дальнейшего развития поездов локомотивной тяги, основная сфера применения которых останется за транспортировкой массовых, насыпных, сырьевых грузов. Потребность современной экономики,

соответствие целям реформирования железнодорожного транспорта, появление института частных специализированных перевозчиков позволят МГЭП занять значительную нишу на внутригосударственных, международных и транзитных маршрутах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа структурной реформы на железнодорожном транспорте. Утверждена Постановлением Правительства РФ от 18 мая 2001 года № 384. [Электронный ресурс]: https://base.garant.ru/183354/#block_1000. Доступ 21.01.2020.

2. Гурьев А. И. Из тупика: история одной реформы. – СПб.: РЖД-Партнёр, 2008. – 800 с.

3. Железнодорожные перевозки – крупнейшие компании. [Электронный ресурс]: <https://www.oborudunion.ru/largest/jelezna-doroga-uslugi>. Доступ 10.04.2020.

4. Зайцев А. А., Троицкий П. С. Моторвагонные грузовые электропоезда – альтернатива локомотивной тяге. Сравнение и анализ // Мир транспорта. – 2019. – Вып. 17 (3). – С. 72–81. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2019-17-3-72-81>.

5. Троицкий П. С. Алгоритм подбора моторных и прицепных вагонов в грузовом поезде моторвагонной тяги по критерию энергетической эффективности // Транспортные системы и технологии. – 2020. – Т. 6. – № 1. – С. 104–119. DOI: [10.17816/transsyst202061104-119](https://doi.org/10.17816/transsyst202061104-119).

6. Троицкий П. С. Обоснование снижения массы рамы вагона-платформы для перевозки контейнеров в модульных грузовых электропоездах // Транспортные системы и технологии. – 2020. – Т. 6. – № 2. – С. 70–84. DOI: [10.17816/transsyst20206270-84](https://doi.org/10.17816/transsyst20206270-84).

7. Зайцев А. А., Троицкий П. С. Анализ снижения рисков на железнодорожной инфраструктуре при внедрении моторвагонных грузовых электропоездов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2020. – Т. 17. – № 3. – С. 345–352. DOI: [10.20295/1815-588X-2020-3-345-352](https://doi.org/10.20295/1815-588X-2020-3-345-352).

8. Зайцев А. А., Троицкий П. С. Выбор распределённой тяги для грузовых поездов // Материалы VI Международной научно-технической конференции «Локомотивы. Электрический транспорт. XXI век, 13–15 ноября 2018 года». – Т. 1 – С. 215–218. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2018. – 288 с.

9. Гребенюк П. Т. Продольная динамика поезда: Труды ВНИИЖТ. – М.: Интекст, 2003. – 95 с.

10. Андрущенко А. А., Зарифьян А. А. (мл.), Колпахьян П. Г. Повышение энергетической эффективности пассажирских электропоездов с асинхронным тяговым приводом // Известия ПГУПС. – 2015. – № 4. – С. 5–14.

11. Зарифьян А. А. Определение полезной работы, совершаемой локомотивом при тяге поезда // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 1 (69). – С. 40–49.

12. Зарифьян А. А. (мл.) Дискретно-адаптивное управление тяговым приводом грузового электропоезда при работе с неполной нагрузкой // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 1 (69). – С. 49–58.

13. Титова Т. С., Евстафьев А. М., Сычугов А. Н. Повышение энергетической эффективности электрического подвижного состава переменного тока // Электротехника. – 2017. – № 10. – С. 46–52. ●

