

Развитие железнодорожной сети в Германии и проектирование новых линий

В Германии после почти столетнего застоя в железнодорожном строительстве в 1991 г. были приняты в эксплуатацию новые линии Ганновер — Вюрцбург и Мангейм — Штутгарт. Через 7 лет последовала реконструкция с частичным новым строительством линии Ганновер — Берлин. В 2002 г. была введена в эксплуатацию новая высокоскоростная линия Кёльн — Рейн/Майн, а в мае 2006 г. торжественно открыта новая линия Нюрнберг — Ингольштадт. Накопленный опыт позволил подготовить рекомендации по проектированию будущих новых и реконструкции действующих линий, в том числе с учетом изменений в транспортной политике последних лет.

Транспортная политика в Западной Германии после Второй мировой войны была ориентирована прежде всего на развитие автомобильных перевозок. Однако уже в начале 1970-х годов оказалось, что эйфория от подобного однобокого развития транспорта с бурным строительством автомобильных дорог в плотно заселенной Центральной Европе будет недолгой. Объем перевозок автотранспортом достиг предела возможностей, и специалисты стали все чаще возвращаться к вопросу развития железных дорог. Позитивные экономические процессы той эпохи способствовали стремительному росту объемов грузовых перевозок, и бывшие Государственные железные дороги ФРГ (DB) достигли исключительных успехов по этому показателю. Следует отметить, что таких объемов перевозок железные дороги объединенной Германии в середине 1990-х годов не имели. Дальнейшее увеличение грузовых перевозок, прогнозировавшееся в первую очередь на железных дорогах, потребовало увеличения пропускной способности сети DB за счет строительства новых и реконструк-

ции действующих линий. Это решение документально было оформлено в виде Федерального плана развития путей сообщения (BVWP).

Развитие путей сообщения с 1970 г.

В связи с перегруженностью магистралей в таком важном направлении, как север — юг, DB в 1970 г. приняли предварительный план строительства новых линий Ганновер — Вюрцбург и Мангейм — Штутгарт. Программа их эксплуатации должна была базироваться на смешанных перевозках грузов и пассажиров поездами дальнего следования. Пригородные перевозки решено было оставить на существующей сети. Уровень технического развития того времени предусматривал для дальних пассажирских поездов максимальную скорость 200 км/ч с возможностью ее повышения в будущем. Результаты текущей реализации плана BVWP были значительно улучшены за счет старых линий, пропускную способность которых повышали путем модернизации. Последняя заключалась в ликвидации одноуровневых пере-

ездов и путей доступа пассажиров к пассажирским платформам, удлинении обгонных путей и смещении их в боковом направлении, замене механических устройств СЦБ электрическими. На линиях, трассы которых не имели крутых кривых (как в северной части Германии или на плоскогорье Баварии), было разрешено повысить участковую скорость до 200 км/ч. В начальной фазе реализации плана BVWP планировалось преимущественное развитие грузовых перевозок.

Переосмысление этих планов началось после того, как во Франции в 1981 г. были достигнуты выдающиеся успехи в повышении пассажирооборота на линии Париж — Лион, специально построенной для высокоскоростного пассажирского движения. В ответ на успех французского поезда TGV железные дороги Германии в 1984 г. приступили к разработке высокоскоростного поезда, получившего название ICE (Intercity Express). В 1991 г. этот поезд на новой линии установил рекорд скорости для Германии 250 км/ч.

Этот диапазон скорости, который затем был увеличен до 280 км/ч, а на новых линиях Кёльн — Рейн/Майн и Нюрнберг — Ингольштадт даже до 300 км/ч, из-за аэродинамических проблем, возникающих при встрече поездов, исключал возможность организации смешанного грузопассажирского движения и потребовал изменения программы эксплуатации. После этого было принято решение о переводе грузового движения по новым линиям на ночные часы (в отсутствие пассажирских поездов). На реконструи-

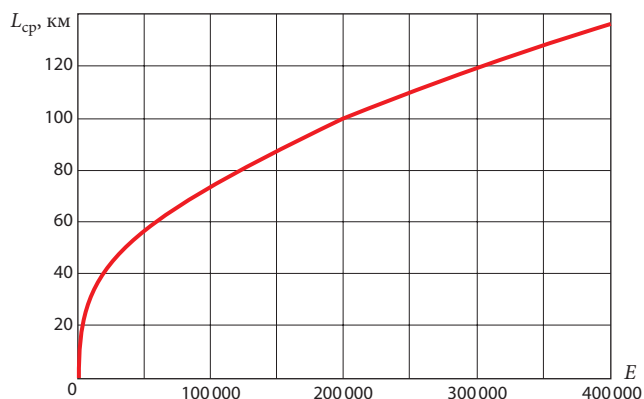


Рис. 1. Зависимость среднего расстояния $L_{ср}$ между пунктами остановки от численности населения в них E

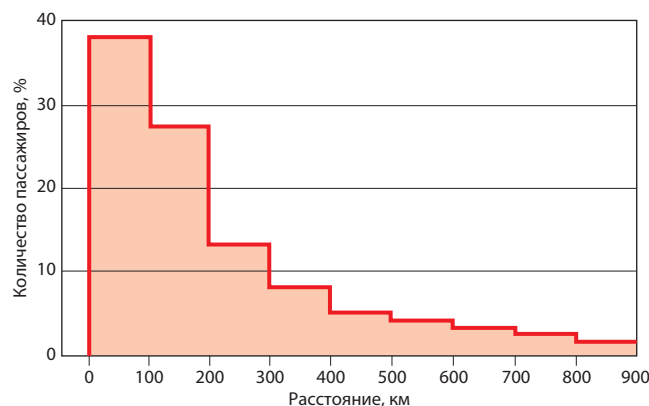


Рис. 2. Уменьшение пассажиропотока при увеличении дальности поездки в поездах дальнего сообщения бывших железных дорог ФРГ

рованных линиях была сохранена прежняя программа эксплуатации.

Несмотря на то что в Германии к началу 1980-х годов ориентиры в планировании развития сети изменились, здесь, как и прежде, в отношении транспортных услуг доминировал количественный аспект, а не качественный. Основное внимание уделялось реконструкции существующих линий, а строительство новых предусматривалось только в тех случаях, когда прогнозы роста объемов перевозок говорили о недостаточности существующих мощностей для их освоения. При этом сокращение длительности поездок рассматривалось в качестве дополнительного аспекта.

Новые и реконструированные линии усиливали конкурентоспособность железных дорог, которые благодаря росту объема перевозок могли рассчитывать на повышенную прибыль, делали возможным улучшение перевозочного процесса за счет сокращения расходов на его организацию, но в то же время требовали повышенных расходов на текущее содержание инфраструктуры. В связи с этим при разработке концепции реализации проектов, связанных с указанными перспективами, и их экономической оценке требовалось рассмотрение уровня доходов, с одной стороны, расходов на организацию движения и текущее содержание сети, с другой.

Транспортный эффект

География перевозок

Транспортные события на путях сообщения в значительной степени зависят от сложившейся географии перевозок. Первостепенное значение для формирования транспортных потоков имеет распределение населения. Так, в Германии области концентрации населения и большие города западных земель являются центрами сосредоточения экономической деятельности и, следовательно, грузовых и пассажирских перевозок. Кроме того, между этими центрами естественны также интенсивные местные перевозки.

Распределение населения на первый взгляд кажется хаотичным, однако численный анализ показывает наличие различных закономерностей. Между городами, расположенными на железнодорожных магистралях, расстояния различны. В зависимости от этого различен и интерес к ним со стороны всех видов общественного транспорта. На рис. 1 приведена зависимость среднего расстояния между пунктами остановки в западной части страны, расположенными в основных транспортных коридорах, от численности населения в городах.

Самые быстрые пассажирские поезда дальнего следования соединяют большие города (число жите-

лей выше 200 тыс. человек). Исходя из этого условия, по рис. 1 можно оценить среднее расстояние между остановочными пунктами — 75 км. Расширение этого анализа на новые федеральные земли изменяет эту величину лишь незначительно. Если в интересах сокращения длительности поездок увеличить это расстояние до 100 км, то тогда высокоскоростными поездами не будут обслуживаться города с населением менее 200 тыс. чел. Из рис. 1 следует также, что география перевозок в Германии не допускает увеличения среднего расстояния между остановочными пунктами более 70–75 км для системы высокоскоростных пассажирских перевозок в дальнем сообщении.

Закономерности транспортных потоков

Хотя транспортные события, т. е. поведение множества людей, на первый взгляд хаотичны и подвержены только случайностям, имеются закономерности, которые могут иметь численное выражение. Знание этих закономерностей позволяет описывать транспортные события с помощью математических моделей и рассчитывать транспортные потоки при варьировании определенных влияющих факторов. Благодаря этому прогнозирование развития транспорта целой стра-

ны оказывается возможным в такой же степени, как и определение транспортного эффекта, например, от ввода в эксплуатацию новой автомагистрали или высокоскоростной железнодорожной линии.

Уже более 100 лет в Австрии путем анализа статистики продаж проездных билетов на одной из линий было установлено, что транспортные события между различными городами могут быть описаны следующей закономерностью:

$$R = kE_1E_2/L^2, \quad (1)$$

где R — число пассажиров в единицу времени; k — константа; E — число жителей транспортной ячейки (города); L — расстояние между городами — пунктами остановок.

Таким образом, транспортный поток, как правило суммируемый по всем видам транспорта, пропорционален суммарному числу жителей обоих городов и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними. С увеличением расстояния, как показывает рис. 2, число пассажиров заметно снижается.

Выбор транспортного средства осуществляется индивидуально, при этом пассажиры руководствуются различными соображениями. Однако здесь существуют также факторы влияния, зависящие от распределения перевозок по видам транспорта (Modal-Split). Компании-перевозчики разных видов транспорта могут управлять этими факторами в определенном диапазоне. В перечень таких факторов, расположенных в порядке убывания по степени важности, входят следующие:

- время поездки от двери до двери;
- цена доставки (прежде всего в грузовых перевозках);
- удобство пересадок;
- надежность, комфорт, сервис, безопасность и др.

Прежний опыт учит, что клиент достаточно остро реагирует на изменение времени поездки и ее стои-

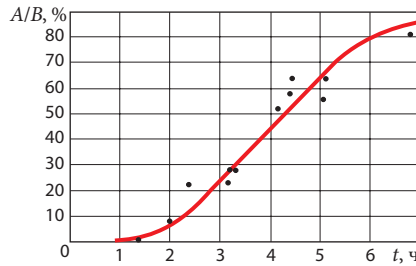


Рис. 3. Зависимость доли воздушного транспорта от длительности поездки по железной дороге в поезде TGV: А — число пассажиров, пользующихся только воздушным транспортом; В — тоже, воздушным и железнодорожным транспортом; t — время поездки по железной дороге поездом TGV

мость. Зависимости между спросом на перевозки, их временем и ценой настолько однозначны, что могут быть даны в цифровом выражении. Они могут быть представлены с помощью моделей Modal-Split. Зависимости показывают долю вида транспорта в общей протяженности пути и множественно связаны с моделью тяготения, отображаемой выражением (1) и позволяющей количественно оценить эту долю.

В первом приближении, по средневропейскому опыту, объем пассажирских перевозок железными дорогами обратно пропорционален времени и цене поездки. Рис. 3 иллюстрирует простой закон Modal-Split для общественных перевозок пассажиров в дальнем сообщении во Франции. Если время поездки от вокзала до вокзала высокоскоростным поездом TGV превышает 4,5 ч,



Рис. 4. Влияние новой линии Кёльн — Франкфурт-на-Майне на прилегающую сеть

доля железной дороги снижается более чем на 50%.

При фундаментальном планировании транспортных систем применение моделей Modal-Split неизбежно. Они позволяют упростить расчеты и уже доказали свою полезность и пригодность для составления ориентировочных калькуляций.

Методика транспортных и эксплуатационных исследований

Транспортное влияние новых или реконструированных линий ни в коей мере не ограничивается только установлением или улучшением связи между конечными пунктами проекта. Увеличение объема перевозок из-за заметного снижения времени поездки или повышения пропускной способности линии касается всех транспортных отношений, действующих в сети. Рис. 4 наглядно показывает, насколько велико транспортное влияние новой линии Кёльн — Рейн/Майн (снижение времени поездки между конечными пунктами на 80 мин) на прилегающую сеть. Конечные пункты маршрутов, проходящих через эту линию, не ограничиваются Брюсселем, Базелем, Мюнхеном и Пассау. Кроме того, следует иметь в виду, что параллельная линия, идущая через Кобленц на Майнц и Франкфурт-на-Майне, потеряла прежнее значение транзитной. Таким образом, если нужно оценить транспортное влияние проекта новой линии, необходимо исследовать изменение характера перевозочного процесса и эксплуатационной ситуации на участке сети, размеры которого определяются границами распространения эффекта, вызванного рассматриваемым проектом. Для крупномасштабного инфраструктурного планирования следует рассматривать всю транспортную сеть Германии.

Моделирование загрузки сети путей сообщения используется для изучения территориального рас-

пределения перевозок. Оно является последним рабочим шагом в крупномасштабных транспортных исследованиях, в которых вследствие большого объема информации широко используются методы электронной обработки данных. Классический ход расчетов в этих работах можно представить в виде следующих шагов:

1. Формирование прогноза объема перевозок на базе транспортных ячеек (в Германии их около 360). Это, как правило, города, являющиеся центрами районов, а также менее крупные;

2. Распределение объемов перевозок (на базе шага 1) по районам зарождения транспортных потоков и маршрутам с помощью модели тяготения;

3. Выбор вида транспорта для освоения грузопотоков (на базе шага 2) с помощью моделей Modal-Split;

4. Моделирование загрузки сети с помощью оценки соотношений транспортных потоков по направлениям и видам транспорта (на базе шага 3).

Главной проблемой распределения перевозок является поиск оптимальных маршрутов на сети. Разработка алгоритма их поисков, как правило, имеет целью минимизацию противодействия перевозкам, которое может складываться из следующих факторов, расположенных в порядке убывания степени важности: время поездки, протяженность маршрута, стоимость перевозки и число пересадок.

Идеальное условие для распределения перевозок — существование альтернативных маршрутов на сети. Для железных дорог это условие чаще всего выполняется в дальних пассажирских и грузовых перевозках. Согласно прогнозу на 2010 г. сильно загруженные магистрали будут иметь среднегодовой пассажиропоток, равный 6–20 млн. чел. и более, а второстепенные линии — 1,5–3 млн. пассажиров в год.

При распределении дальних пассажирских перевозок транспортные потоки в сети моделируются на базе заданных графиков движения. Неполная населенность или перенаселенность вагонов в отдельных поездах или поездов на некоторых линиях обуславливает необходимость дополнительной оценки графиковых предложений и модальных воздействий на них с последующим повторением операции распределения. В некоторых случаях требуется несколько итерационных шагов.

Максимальная свобода выбора маршрута на сети железных дорог существует в сфере крупномасштабных грузовых перевозок, которые не связаны определенными маршрутами следования. Вследствие этого здесь можно оптимизировать загрузку сети такими грузовыми поездами, поэтапно дополняя ими сеть, предварительно загруженную пассажирскими и передаточными грузовыми поездами местного сообщения. Поскольку при этом должна учитываться пропускная способность линий, близкая к реальной, с увеличением их загрузки уровень замедления, особенно грузовых поездов, растет до нижнего предела пропускной способности умеренно, а выше этого предела — экспоненциально.

В соответствии с одной из целей алгоритма (минимизация времени перевозки) процесс распределения с ростом загрузки сети можно разделить на следующие этапы:

- первостепенная загрузка наиболее коротких (лучших) маршрутов;
- незначительное увеличение времени доставки ниже предела пропускной способности лучших маршрутов;
- после превышения этого предела большее увеличение времени доставки;
- отклонение грузовых поездов на альтернативные маршруты с незначительными обходами;
- загрузка альтернативных маршрутов с незначительными обходами;

• отклонение грузовых поездов на неблагоприятные альтернативные маршруты и т. д.

На всех этапах учитываются модальные эффекты, возникающие вследствие увеличения времени доставки. Благодаря этому метод распределения допускает близкое к реальности отображение загрузки сети с использованием для грузовых поездов всех целесообразных маршрутов.

Метод распределения позволяет получить важные коммерческие и эксплуатационные данные о перевозочной работе, начиная с пропускной способности и кончая использованием подвижного состава, которое определяется такими годовыми показателями, как объем перевозок пассажиров и грузов, грузо- и пассажирооборот, число поездо-часов и поездо-километров.

Концепции мероприятий по строительству новых и реконструкции существующих линий

Проекты линий и железнодорожные узлы

Концепция названных мероприятий применима к узким местам с точки зрения пропускной способности и к участкам со слишком низкими допустимыми значениями скорости (ограничениями скорости) на сети магистральных железнодорожных линий. Проблема пропускной способности, конечно, в последние годы потеряла прежнюю остроту благодаря соответствующим мероприятиям — снижению межпоездных интервалов за счет современной техники управления движением, разделению скорых и медленных поездов.

Узкие с точки зрения пропускной способности места возникают прежде всего в системе пассажирских перевозок, а именно в некоторых железнодорожных узлах. Прежний опыт показывает, что

крупные проекты, ориентированные на расширение железнодорожной инфраструктуры, окупаются медленно. В связи с этим предпочтение следует отдавать следующим эксплуатационным мероприятиям:

- замене поездов на локомотивной тяге моторвагонными или челночными;
- отказу от дальнейшего повышения плотности следования поездов за счет использования двухэтажных вагонов;
- уменьшению числа остановок поездов дальнего следования на некоторых (немногих) линиях;
- применению метода формирования поездов увеличенной длины, составленных из нескольких укороченных, которые отцепляются для следования на ответвления.

Затраты на инфраструктуру

Строительство новых линий требует особо больших затрат. По уровню цен 2000 г. удельные капиталовложения на линии Ганновер — Вюрцбург (327 км) и Мангейм — Штутгарт (100 км) составили 22,4 млн. евро/км. Для линии Кёльн — Рейн/Майн (177 км) они возросли до 30 млн. евро/км, несмотря на гибкое использование возможностей трассировки с уклонами до 40‰ (только для пассажирского скоростного движения).

Федеральный бюджет финансирует инфраструктурные мероприятия в рамках BVWP примерно в течение десятилетия исключительно через займы от третьих лиц. В связи с этим компания, владеющая инфраструктурой (в данном случае DB), таких затрат не несет. Годовые расходы на текущее содержание в общем исчисляются в процентах от инвестиций. На линиях, реконструированных без увеличения путевого развития, капиталоемкое улучшение инфраструктуры не увеличивает уровня затрат на техническое обслуживание, причем особо высокозатратное санирование ниж-

него строения пути обходится даже дешевле.

Дополнительных затрат по организации эксплуатационной работы на новой инфраструктуре практически не бывает. Для новых и реконструированных линий принимают, что этот вид работ не связан с потребностью в дополнительном персонале (например, для обслуживания постов централизации) и с дополнительным расходом материалов. Как правило, техника СЦБ новых линий управляется с уже имеющихся постов.

Затраты на организацию движения поездов

При определении затрат на эксплуатационную работу представляется очевидным, что калькулировать их следует, прежде всего, по зависящей в основном от пробега средней ставке на 1 поезд-км. По общепринятым представлениям, движение поезда с высокой скоростью считается более дорогим, так как с повышением скорости, помимо прочего, возрастают износ и затраты энергии.

Если под термином «затраты на организацию движения по-

ездов» понимать только затраты на поездку без учета расходов на инфраструктуру, то минимум затрат, приходящийся на скорость 170–180 км/ч, сначала кажется парадоксальным. Кажущееся противоречие можно объяснить, если рассмотреть большой блок затрат (капиталовложения в подвижной состав, затраты на поездные и локомотивные бригады), который при росте скорости и, следовательно, годового пробега поездов и бригад ведет к снижению удельных затрат на 1 поезд-км. Исследование вопросов повышения с ростом скорости расхода энергии и износа показало: минимум затрат лежит в относительно высоком диапазоне скорости. Таким образом, железная дорога — это вид транспорта, ориентированный по своим физико-техническим показателям на высокую скорость движения.

Оптимальная скорость на новых линиях

В концепции строительства новых линий большое значение имеют параметры трассировки применительно к задаваемому уровню скорости пассажирских поездов

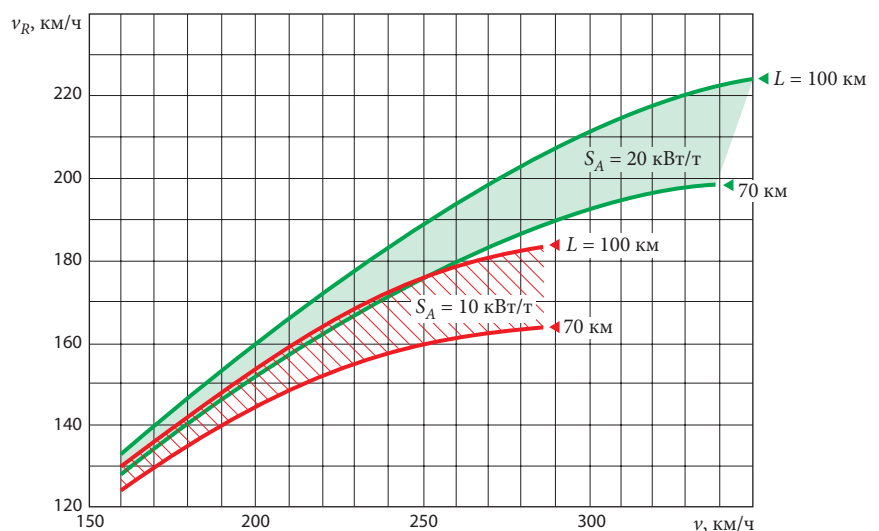


Рис. 5. Диапазон изменения маршрутной скорости высокоскоростных поездов v_R от технической скорости движения v для разных расстояний между остановочными пунктами L и разных удельных затрат мощности на тягу S_A

дальнего следования. Как показывает рис. 5, железная дорога как высокоскоростная система имеет значительные резервы для повышения скорости до 350 км/ч. Для относительно небольших средних расстояний между остановочными пунктами (не более 75 км), как это имеет место в Германии по условиям географии перевозок, достижима максимальная скорость около 200 км/ч.

Удельные затраты на тягу $S_{ЗК}$ высокоскоростного поезда ICE 3 (система колесо – рельс) и пятивагонного поезда Transrapid на магнитном подвесе для расстояний между остановочными пунктами 73 км представлены на рис. 6. Из этого рисунка видно, что минимумы кривых смещены в область достаточно высокой скорости. В этой же области лежит оптимальная скорость v_{opt} при которой разница между затратами на перевозки и доходами максимальна (рис. 7).

Рост расходов на трассировку с повышением скорости выражен слабее. В связи с этим при идеальных условиях и интенсивном транспортном потоке на новых линиях экономический оптимум эксплуатации находится в зоне, где максимальная скорость близка к 300 км/ч.

Уровень скорости на реконструированных линиях

Двухпутные линии, реконструированные без повышения пропускной способности, рассчитаны на максимальную участковую скорость 200 км/ч. Поскольку превышение «классического» предела скорости 160 км/ч, достигаемое за счет ликвидации переездов и совершенствования техники СЦБ, вызывает заметный скачок затрат, а уменьшение времени поездки в размере 1 мин на каждые 13,33 км маршрута является скромным достижением, скорость следует повышать до уровня, который обусловлен только физико-техническими факторами. При обычной для

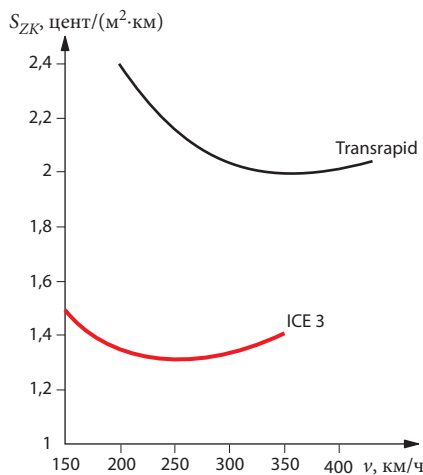


Рис. 6. Сравнение удельных затрат на тягу высокоскоростного поезда ICE 3 и поезда на магнитном подвесе Transrapid в функции скорости при среднем расстоянии между остановочными пунктами 73 км

Германии ширине междупутья 4 м аэродинамический эффект взаимодействия высокоскоростного поезда с грузовым при встрече на реконструированной линии не позволяет повышать скорость более чем до 230 км/ч.

В отношении контактной подвески тоже существует предел скорости. С приемлемыми затратами скоростной потенциал существующих подвесок на реконструированных линиях Германии при расстоянии между опорами 80 м может быть увеличен с 200 до 230 км/ч. Скорости выше 230 км/ч (как на новых линиях) требуют уменьшения длины пролета до 65 м.

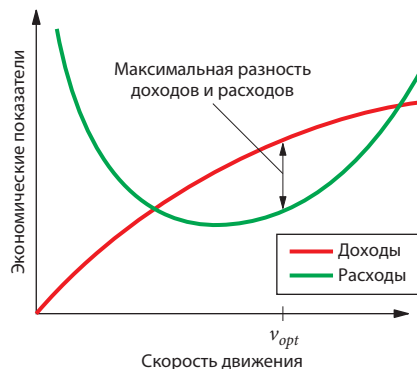


Рис. 7. Изменение расходов и доходов в функции скорости для высокоскоростной системы колесо – рельс применительно к идеальным условиям

Экономическая оценка

Вопрос экономичности отдельных железнодорожных линий, не входящих в сеть, решается просто. При изолированном рассмотрении их как затраты, так и доходы известны и могут быть соотнесены однозначно. Трудности возникают, если транспортные и эксплуатационные воздействия такой линии распространяются на прилегающую сеть. В связи с этим расчет экономичности линии, входящей в сеть, предполагает точную постановку вопроса: может ли оператор железнодорожной системы за счет строительства новой линии между пунктами А и В или реконструкции существующей повысить эффективность?

Подобная постановка вопроса требует проверки изменения транспортных и эксплуатационных событий (см. рис. 4) на обширной железнодорожной сети. Здесь следует рассмотреть все эффекты, влияющие на затраты и доходы в сети без учета рассматриваемого проекта, а затем — с учетом этого проекта.

Изменения транспортного и эксплуатационного эффекта, полученные при учете проекта и определяющие также затраты и доходы, вызванные этими изменениями, рассматриваются как результат его реализации. Однако решающим моментом является сравнение затрат и доходов для ситуаций с учетом проекта и без него.

Все проекты BVWP по различным видам транспорта подвергаются общеэкономической оценке, что необходимо для наглядного их сравнения. Капиталовложения в инфраструктурные мероприятия должны сравниваться с компонентами общеэкономического эффекта, которые можно выразить в монетарном виде.

Железнодорожные проекты BVWP дополнительно оцениваются по эксплуатационным факторам, чтобы избежать их возможных негативных воздействий на экономические показатели DB. Эксплуата-

ционный успех инфраструктурных мероприятий на железной дороге в значительной степени зависит от достигаемого на рынке удельного дохода, который складывался на протяжении последних 30 лет.

Исследования показали, что эффект от железнодорожных инфраструктурных мероприятий в рамках проектов BVWP в пассажирских и грузовых перевозках примерно сопоставим. Если предположить, что экономические эффекты примерно пропорциональны удельному доходу, то полученный вывод об экономической эффективности мероприятий по реконструкции инфраструктуры можно перенести на другие виды транспорта.

Если недавно доход от мероприятий по реконструкции сети железных дорог количественно обеспечивался в основном грузовыми перевозками и в незначительной степени пассажирскими, то в последнее время их значимость менялась местами. Вследствие изменения рыночной ситуации сейчас доминируют доходы от пассажирских перевозок дальнего сообщения.

В предыдущих рассуждениях экономический успех проектов модернизации линий относился ко всей системе железных дорог по схеме

$$W_E = E_{Mr} + B_{Mn} - K_{Mr}, \quad (2)$$

где W_E — экономическая эффективность; E_{Mr} — увеличение дохода; B_{Mn} — снижение эксплуатационных расходов; K_{Mr} — увеличение капиталовложений.

Увеличение дохода, таким образом, приносит выгоду и владельцу инфраструктуры. После разделения железной дороги на отдельные самостоятельные компании эта связь разрывается, так как инфраструктурная компания получает доход только от продажи ниток графика движения, цена которых может соответствовать только стандартной схеме. При расчетах на этой основе появляются трудности в инвести-

ровании расширения или модернизации инфраструктуры (например, строительства новых и реконструкции действующих линий), если требуемые инвестиции превосходят уровень, необходимый для реализации мероприятий по замене или совершенствованию элементов инфраструктуры.

Конфигурация новых и реконструированных линий

Программа эксплуатации в дальних сообщениях

Обязательным условием для экономичной эксплуатации новых и реконструированных линий является концентрация перевозок на магистральных, которая на сети Германии завершена еще в 1980 г. на базе систематизированного предложения транспортных услуг.

Примерно до 1980 г. (этап 1) основное предложение услуг в виде скорых и ускоренных поездов определило концепцию эксплуатации, характеризовавшуюся следующими моментами:

- отсутствием тактовых графиков и обращением всего 3–4 поездов в сутки (на одно направление);
- организацией движения почти на 50% сети с использованием коротких маршрутов;
- привязкой к маршрутам городов с минимальным числом жителей 15 тыс. чел.;
- средним расстоянием между остановочными пунктами 35 км;
- средней маршрутной скоростью поездов около 80 км/ч;
- неконкурентным временем поездки по железной дороге из-за форсированной реконструкции скоростных автомагистралей.

Примерно с 1980 г. (этап 2) благодаря введению скорых междугородных поездов системы IC (InterCity) положение несколько улучшилось:

- появились тактовые графики движения с интервалом, в основном равным 1 ч, благодаря чему число

поездов в сутки на одно направление выросло до 16;

- усилилась концентрация транспортных потоков и предложений на главных магистралях сети (около 15% ее длины);
- минимальная численность населения привязываемых к маршрутам городов выросла до 80 тыс. чел.;
- среднее расстояние между остановочными пунктами увеличилось до 70 км;
- средняя маршрутная скорость достигла 100–110 км/ч;
- качество транспортных услуг повысилось для большинства пассажиров;
- объем перевозок увеличился на 25% по отношению к этапу 1;
- транспортное обслуживание всей территории страны улучшилось благодаря продуманной концепции стыкования поездов дальнего и местного сообщения.

Дальнейшее повышение качества транспортных услуг (этап 3) происходит благодаря росту сети высокоскоростного движения:

- снижение времени поездок за счет строительства новых линий и применения поездов семейства ICE;
- улучшение предлагаемых транспортных услуг на реконструированных и прочих линиях существующей сети, обусловленное использованием поездов, составленных из вагонов с наклоняемыми кузовами.

Так как большая часть населения Германии проживает вне больших городов, связанных между собой поездами IC/ICE, полный успех в пассажирских перевозках по железным дорогам будет достигнут лишь в том случае, если поезда дальнего сообщения удачно стыкуются с пригородными, обеспечивая удобную пересадку.

Реконструкция или новое строительство?

Прежде планирование строительства новых и реконструкции действующих линий осуществля-

лось, главным образом, в аспекте количественного распределения. В связи с этим на первое место ставилась модернизация существующих линий, а строительство новых линий — на второе.

В сравнении со строительством одной новой линии реконструкция многопутной существующей линии имеет следующие преимущества:

- отсутствие дополнительного внедрения в ландшафт;
- поэтапный ввод в эксплуатацию участков с увеличенной пропускной способностью, осуществляемый по мере выполнения путевых работ;
- возможность улучшений даже на достаточно старых линиях (например, повышение скорости).

Вместе с тем не следует забывать и недостатки этого, ранее главенствовавшего подхода:

- проведение большей части работ без перерыва в движении поездов, т. е. с нарушениями нормальной эксплуатации;
- незначительное сокращение времени поездки вследствие выполнения модернизации не на всех участках;
- высокая затратность модернизации станций.

Современный опыт переоборудования двухпутных линий в четырехпутные показал, что с точки зрения инвестиций реконструкция вряд ли выгоднее строительства новой линии. Поскольку последняя может быть трассирована без особых ограничений и вследствие сокращения времени поездок обеспечивает высокую эффективность использования, в будущем именно новым линиям следует отдавать предпочтение.

Экономические границы реконструкции инфраструктуры для пассажирского движения в дальнем сообщении

В качестве масштаба для оценки возможных сетевых проектов по увеличению скорости поездов мо-

жет служить интенсивность транспортных потоков. В первом приближении она пропорциональна инвестициям, которые могут быть оправданы целью ускорения пассажирского сообщения. На основе предыдущего опыта можно выделить следующую упрощенную систематику возможной реконструкции инфраструктуры при слабых транспортных потоках (до 3 млн. пассажиров в год):

- применение поездов из вагонов с наклоняемыми кузовами на линиях с большим числом кривых;
- отказ от улучшения трасс линий;
- для адаптации верхнего строения пути, устройств СЦБ и пр. возможны удельные капиталовложения 0,05–0,15 млн. евро/км;
- повышение максимальной скорости на линии до 160 км/ч;
- уменьшение времени поездки на 10–15%.

При средних транспортных потоках (3–10 млн. пассажиров в год):

- реконструкция линии, при необходимости использование ее для движения поездов из вагонов с наклоняемыми кузовами;
- повышение удельного размера инвестиций до 0,5–1,5 млн. евро/км;
- увеличение максимальной скорости до 200 км/ч;
- уменьшение времени поездки до 25%.

При интенсивных транспортных потоках (более 10 млн. пассажиров в год):

- строительство новых линий;
- увеличение максимальной скорости до 300 км/ч и выше;
- уменьшение времени поездки до 60%.

В рамках дискуссии о проектах новых железнодорожных линий часто высказываются требования об отказе от строительства новых линий и уменьшении времени поездки в дальнем пассажирском сообщении только за счет применения подвижного состава с наклоняемыми кузовами на действующих линиях.

При аргументации требований сторонники этой идеи забывают о том, что строительство новых линий дает значительно большую экономию времени и к тому же постоянно увеличивает пропускную способность сети. В то же время поезд из вагонов с наклоняемыми кузовами на линиях с высокой загруженностью дополнительно обостряют проблему пропускной способности из-за того, что их скорость значительно выше, чем других поездов.

Возможно ли смешанное движение на новых высокоскоростных линиях?

При рассмотрении целесообразности строительства новых линий необходимо различать, с одной стороны, строительство новых линий для смешанного движения, которые допускают эксплуатацию как высокоскоростных пассажирских поездов, так и грузовых, и, с другой стороны, новых специализированных линий, которые служат исключительно для пассажирского высокоскоростного движения.

Прогнозы на 2010 г. показывают, что на линии Кёльн — Франкфурт-на-Майне — Мангейм с ожидаемым объемом перевозок более 20 млн. пассажиров в год возникнут наиболее интенсивные пассажиропотоки в дальнем сообщении, обеспечивающие полную загрузку этой линии. На других новых линиях пассажиропотоки ниже 20 млн. чел. слишком малы для того, чтобы их можно было экономично эксплуатировать с использованием только высокоскоростных поездов. Хотя специализированные новые линии для пассажирских перевозок могут быть трассированы более гибко и экономично, чем линии для смешанного грузопассажирского движения, тем не менее для всех других уже имеющих высокоскоростных магистралей, кроме линии Кёльн — Мангейм, а также для проектируемых новых и существующих реконструируемых

линий эксплуатационная программа должна предусматривать наряду с высокоскоростными пассажирскими поездами также и грузовые. Благодаря этому удельные затраты на пользование инфраструктурой в расчете на 1 поезд-км удастся удерживать на приемлемом уровне.

Международные сообщения

Внутри Европы (особенно в ЕС) национальные границы больше не являются препятствием в международном обмене товарами вследствие утвердившегося в экономике разделения труда. От такого развития особо высокую прибыль имеют грузовые автомобильные перевозки, которые особенно привлекательны для клиентуры из-за своей гибкости и менее сложной организации процесса доставки.

Однако железные дороги, в частности DB, также имеют в процессе развития международных перевозок свою долю: за последние десятилетия заметно вырос в процентном выражении годовой грузооборот.

Почти половина всех грузовых поездов DB хотя бы один раз пересекает государственную границу. Для небольших государств значимость международных грузовых перевозок еще больше, чем для Германии.

Поскольку сети путей сообщения до недавнего времени проектировались преимущественно с учетом национальных интересов, в международном сообщении имеется немало узких мест. Для их устранения ЕС реализует проекты TEN (Трансевропейской транспортной сети). В связи со стремлением ЕС максимально переместить грузовые перевозки с автомобильного транспорта на более экологичный железнодорожный части проекта, относящиеся к железным дорогам, нацелены прежде всего на увеличение пропускной способности сети.

Международные пассажирские перевозки железных дорог за прошедшие десятилетия потеряли свое

прежнее значение. Трансевропейские экспрессы типа прежних Париж — Стамбул, Мюнхен — Афины, Копенгаген — Рим ушли в прошлое. Планирование пассажирских перевозок железными дорогами ограничивается преимущественно национальными границами.

Пассажирские перевозки в значительной степени сдерживаются государственными границами. В сопоставимых условиях внутренних и международных пассажирских перевозок последние составляют лишь 20–40% внутригосударственных. Это негативное влияние государственных границ оценивается пограничным эффектом

$$P_g = P/G, \quad (3)$$

где P — пассажирские перевозки внутри страны; P_g — международные пассажирские перевозки в дальнем сообщении; G — пограничный эффект.

В сравнении с конкурентами железные дороги имеют самый неблагоприятный показатель G , который к тому же и снижается довольно медленно.

На основании приведенных соображений можно делать следующие выводы для международного пассажирского сообщения:

- в последние десятилетия в международных железнодорожных перевозках доминируют грузовые;
- современные международные пассажирские перевозки могут быть значительно ускорены и расширены за счет реконструкции линий, пересекающих границы государств. Однако международные транспортные потоки вследствие пограничного эффекта уступают потокам внутри стран;
- международные высокоскоростные железнодорожные линии для пассажирских перевозок в сообщении между европейскими странами (Париж — Брюссель — Амстердам) будут, вероятно, исключены. Такие транспортные связи экономически эффективны только в

том случае, если время хода между крупными населенными пунктами будет менее 4 ч;

- международные железнодорожные линии прежде всего будут рассчитаны на смешанное грузопассажирское движение. Примерами тому являются тоннель под Ла-Маншем, пересечение пролива Эресунн, реконструкция оси Симплон — Лёчберг и тоннеля Сен-Готард, строящиеся тоннели Бреннер и Земмеринг, пересечение пролива Фемарн-Бельт.

Выводы и перспективы

Железная дорога как транспортная система в основном может быть заменена другими видами транспорта, если подходить с чисто технических позиций. Исключение составляют пригородные и местные пассажирские перевозки в регионах. Если не принимать во внимание такие слабые для рынка аргументы в пользу железных дорог, как безопасность, пропускная способность, пониженный расход энергии и экологичность, то эта транспортная система имеет право на существование только при условии, что она докажет свое конкурентное превосходство в цене и скорости доставки пассажиров и грузов.

Насчитывающая более 150 лет железнодорожная сеть Европы количественно и качественно (в отношении времени доставки) не отвечает требованиям будущего. В связи с этим не представляется целесообразным увеличивать пропускную способность сети, строя дополнительные пути по параметрам трассировки, которые были актуальны 100 лет назад. В качестве экономичной альтернативы реконструкции существующих линий следует принимать вариант строительства новых магистралей, рассчитанных для высокоскоростного движения.

По материалам Университета Ганновера.