

МПС РФ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (МИИТ)

На правах рукописи

Рыжик Екатерина Александровна

УДК 625.1

ЭТАПНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ
СКОРОСТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ДВИЖЕНИЯ

05.22.03 - Изыскание и проектирование железных дорог

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
Москва - 1998

Работа выполнена на кафедре "Изыскания и проектирование железных дорог" Московского государственного университета путей сообщения.

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор Турбин
Игорь Всеволодович.

Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор Шубко
Владимир Григорьевич;
кандидат технических наук
Лупин
Владимир Андреевич.

Ведущая организация - ОАО Мосгипротранс.


Защита состоится "22" декабре 1998 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 114.05.03 при Московском государственном университете путей сообщения, по адресу: 101475, ГПС, г. Москва А-55, ул. Образцова, 15, ауд. 1404.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан "19" ноября 1998 г.

Отзыв, заверенный печатью, просим направлять по адресу совета университета.

Ученый секретарь
диссертационного совета

 Э. В. Воробьев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

А к т у а л ь н о с т ь. Постановлением Коллегии МПС от 28 сентября 1994 г. утверждена программа развития скоростного пассажирского движения на железных дорогах Российской Федерации и этапности ее реализации на период до 2004 г. В перечне задач, требующих решения в рамках Программы, следующие: определение технико-экономических требований к системе организации скоростного движения пассажирских поездов, включая выбор оптимальной схемы прокладки скоростных пассажирских поездов на графике и разработка методики проведения расчетов по определению этапности повышения маршрутных скоростей пассажирских поездов.

Ц е л ь. Целью настоящего исследования является разработка методов, позволяющих количественно учесть социальный аспект повышения скоростей движения пассажирских поездов и получение методики, позволяющей рекомендовать лицу, принимающему решение оптимальную по технико-экономическим и социальным критериям этапность реконструкции существующих железных дорог для введения скоростного пассажирского сообщения.

М е т о д ы. Для определения оптимальной этапности реконструкции существующих железных дорог применяются условно- оптимальные целочисленные методы: модифицированный метод динамического программирования (алгоритм Кеттеля) и метод наискорейшего спуска в сочетании с теорией графов.

Н а у ч н а я н о в и з н а. Предложено понятие "рейтинг поезда", которое позволяет количественно учесть социальный аспект повышения скоростей движения пассажирских поездов, то есть оценить такие показатели графика движения скоростного пассажирского поезда, как время в пути, время отправления и прибытия как на конечные так и на промежуточные станции и режим стоянок.

Разработана методика, позволяющая определить оптимальную этапность реконструкции существующих железных дорог для введения скоростного пассажирского движения на основе критериев затрат, получаемого сокращения времени хода и предложенного в работе критерия "рейтинг поезда".

Практическая ценность. Методика, разработанная в диссертационном исследовании, позволяет предложить лицу принимающему решение оптимальную по технико-экономическим и социальным факторам этапность реконструкции существующего железнодорожного направления для введения скоростного пассажирского движения.

Реализация. Методы исследований социальной и экономической эффективности ввода скоростного движения, изложенные в работе, использованы Управлением экспертизы проектов и смет при МПС России при разработке заключения экспертизы по проекту реконструкции линии Санкт-Петербург - Москва.

Апробация. Основные положения диссертационной работы докладывались на заседаниях кафедры "Изыскания и проектирование железных дорог" и научно-технической конференции Московского государственного университета путей сообщения в 1997 г., в Управлении экспертизы проектов и смет при МПС РФ.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 4 работы.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из четырех глав, общих выводов, приложения и списка используемой литературы. Работа содержит 205 страниц, в том числе: 95 страниц основного текста, 32 рисунка, 18 таблиц, 64 страницы приложения и 4 страницы источников литературы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

В первой главе анализируются история и тенденции развития скоростного и высокоскоростного движения в странах Европы, Америки и Японии. Рассматриваются перспективы повышения скоростей движения пассажирских поездов в России и последние научные разработки в этом направлении. Формулируется цель и задачи исследования в диссертационной работе.

Приоритетным направлением развития пассажирского сообщения в странах Европы, Америки и в Японии является скоростное и высокоскоростное пассажирское движение. Повышение скоростей движения пассажирских поездов ведется по двум основным направлениям: реконструкция существующих железных дорог для организации совмещенного грузо-пассажирского сообщения со скоростью движения пассажирских поездов 160-200 км/ч и строительство специализированных высокоскоростных пассажирских магистралей для скоростей 250-300 и более км/ч. При организации скоростного и высокоскоростного пассажирского сообщения особое внимание уделяется удобному для потенциальных пассажиров графику движения поездов.

В странах Европы реконструированные и новые линии объединяются в единую сеть скоростного и высокоскоростного сообщения, образуя транспортные коридоры значительной протяженности. Выделены 15 направлений, имеющих особое значение для европейской сети и согласования национальных проектов. Центром сети становится Берлин, через который будут проходить пассажиропотоки в направлении с запада на восток и обратно, а также с севера на юг (из стран Скандинавии в Австрию, Швейцарию и далее в Италию). От Берлина на восток через Варшаву, Брест, Минск сеть дойдет до Москвы.

Проблемой повышения скоростей движения поездов занимались в разное время Г. Л. Аккерман, С. В. Амелин, Н. И. Бещева, В. А. Бучкин,

Б. Н. Веденисов, Н. Ф. Вериго, Б. А. Волков, Н. А. Воробьев, М. И. Воронин, Г. З. Верцман, А. В. Гавриленков, А. В. Гориннов, Ю. В. Дьяков, В. И. Евграфов, О. П. Ершков, С. С. Жабров, А. И. Иоаннисян, И. И. Кантор, В. Ю. Козлов, В. А. Копыленко, А. Д. Каретников, Н. В. Колодяжный, Ф. П. Кочнев, В. А. Лазарян, А. А. Львов, В. С. Миронов, Г. С. Переселенков, С. П. Першин, Л. З. Прасов, Е. А. Сотников, К. К. Тихонов, И. В. Турбин, Г. И. Черномордик, А. Д. Чернюгов, Г. М. Шахуняц, В. А. Шеманаев, В. Г. Шубко, В. Я. Шульга, Б. В. Яковлев и др.

Для решения проблемы повышения скоростей движения на железнодорожном транспорте в 1985 и 1988 гг. были утверждены отраслевые научно-технические программы повышения скоростей движения пассажирских поездов "Прогресс" и "Ускорение", которые под руководством ВНИИЖТа МПС и кафедры "Изыскания и проектирование железных дорог" МИИТа выполнял ряд транспортных вузов. Исследования, проведенные в рамках этих программ, наряду с другими положительными результатами, позволили определить ряд направлений сети железных дорог, где имеется возможность ускорения движения значительной группы пассажирских поездов.

Опыт введения скоростного пассажирского движения на линии Санкт-Петербург - Москва позволяет сделать вывод о целесообразности продолжения работ в этом направлении.

Постановлением Коллегии МПС от 28 сентября 1994 г. утверждена программа развития скоростного пассажирского движения на железных дорогах Российской Федерации и этапности ее реализации на период до 2010г. В качестве базового, для организации скоростного пассажирского движения, определено направление Санкт-Петербург - Москва. К числу первоочередных линий скоростного полигона отнесены направления: Москва - Красное, Москва - Воронеж - Ростов, Москва - Нижний Новгород. Еще 10 направлений считаются перспективными для организации скоростного движения. В перечне задач, требующих решения в рамках

Программы: определение технико-экономических требований к системе организации скоростного движения пассажирских поездов, включая выбор оптимальной схемы прокладки скоростных пассажирских поездов на графике и разработка методики проведения расчетов по определению этапности повышения маршрутных скоростей пассажирских поездов.

Железные дороги Германии (DBAG), Польши (PKP), Беларуси (БС) и России (РЖД) поставили цель модернизировать линию Е20 Берлин - Варшава - Минск - Москва. По решению конференции в Крете этой линии присвоена вторая категория (линия для скоростей движения 160-200 км/ч).

В рамках программ "Прогресс" и "Ускорение" разработана методика рациональной стратегии модернизации постоянных устройств с целью повышения скоростей движения пассажирских поездов. Направленне рассматривалось как система, элементами которой являются перегоны. Решалась условно-оптимальная двухкритериальная задача. Критерий затрат - капиталовложения на переустройство участка. Критерий эффективности - сокращение времени хода, как показатель, характеризующий скорость движения. Для решения задачи использовался метод наискорейшего спуска.

Методы получили развитие в работах А. В. Гавриленкова, С. В. Алексеевой, Г. В. Ахраменко и др. Так А. В. Гавриленковым представлены методы получения условно-оптимальной последовательности по двум критериям. В частности для класса целочисленных задач могут использоваться модифицированный метод динамического программирования, или процедура Кеттеля и метод наискорейшего спуска.

Большое внимание уделяется социальному фактору повышения скоростей, то есть длительности поездки и удобному времени отправления и прибытия в работах Ю. И. Зеленского, Ю. В. Дьякова, В. Ренерта, А. В. Дмитренко, Е. В. Покацкой и др.

Железнодорожные направления России, в отличие от Японии и стран Европы, где широкое применение нашло скоростное движение пассажирских поездов, характеризуются значительными, порядка тысяч километров, протяжениями. Это обстоятельство определяет принципиально новый подход к решению вопросов введения скоростного пассажирского сообщения.

Прежде всего, это связано с выбором уровней скоростей, как на всем протяжении направления между терминалами, так и на отдельных участках, ограниченных крупными городами, где предусмотрены остановки скоростного поезда. Скорости пассажирских поездов должны быть выбраны так, чтобы время в пути, также как и время прибытия и отправления скоростного поезда как по терминалам, так и по промежуточным пунктам обязательной остановки были максимально удобны для пользователей.

В связи с этим возникает необходимость формализации учета социального фактора с тем, чтобы обеспечить наилучшие условия для пассажиров, пользующихся протяженными железнодорожными направлениями.

Как известно, реконструкция постоянных устройств железной дороги для введения скоростного движения пассажирских поездов, требует значительного времени и капитальных вложений. Такие вложения на протяженном направлении окажутся нерациональными, если скоростное пассажирское движение будет введено только после завершения реконструкции на всем направлении. Поэтому возникает идея этапного введения скоростного движения пассажирских поездов, в результате чего социальный и экономический эффект может быть получен еще до завершения реконструктивных работ на всем протяженном железнодорожном направлении.

Такая этапность может рассматриваться как во времени, так и в пространстве, или одновременно во времени и в пространстве, то есть

может рассматриваться как постепенное повышение скоростей, например 120, 140 и 160 км/ч, или поучастковое повышение скорости, или то и другое вместе.

Таким образом, цель настоящего исследования сводится к следующему:

1. Разработать методы, позволяющие количественно учесть социальный аспект введения скоростного пассажирского сообщения при реконструкции существующих железных дорог.

2. Получить методiku, позволяющую рекомендовать лицу принимающему решение оптимальную этапность реконструкции железнодорожного направления для введения скоростного пассажирского сообщения.

3. Доказать экономическую целесообразность этапного введения скоростного пассажирского движения на железнодорожных направлениях с поучастковым выбором скоростей, обеспечивающим наилучшие условия для пассажиров.

Во второй главе предложена формализация социального аспекта введения скоростного пассажирского движения на существующих направлениях с помощью введенных в работе понятий "рейтинг поезда" и "приоритет времени отправления / прибытия".

Определяющими факторами в привлечении потенциальных пассажиров является время в пути, удобное время отправления и прибытия скоростного пассажирского поезда как на основные, так и на промежуточные станции, что особенно важно для протяженных направлений с большим числом промежуточных остановок, и режим остановок на промежуточных станциях.

Для определения удобного времени отправления и прибытия предлагается такой показатель как "приоритет времени отправления / прибытия". Приоритет времени отправления / прибытия - относительная

величина, выражающая предпочтение одного времени отправления или прибытия над другим с точки зрения потенциальных пассажиров. Данные о приоритете могут быть получены на основании социологического опроса, либо на основании статистики заполняемости поездов одного направления, следующих в разное время суток.

Для оценки времени хода по участкам и по всему направлению, а также удобства времени отправления / прибытия на промежуточные станции и терминалы предлагается использовать такое понятие как "рейтинг поезда". Рейтинг поезда (R) - условная относительная характеристика, позволяющая оценить привлекательность графика движения этого поезда для потенциальных пассажиров с точки зрения удобства времени отправления/прибытия на основные и промежуточные станции и времени в пути. Для определения рейтинга поезда предлагается формула:

$$R = \frac{\alpha}{M} \left(\sum_{i=1}^n M_{oi} \cdot C_{oi} + \sum_{i=1}^n M_{pi} \cdot C_{pi} \right) \quad (1)$$

где:

M - максимальная вместимость поезда, пассажиров;

n - число станций на направлении;

M_{oi} - число входящих пассажиров на i-той станции, пассажиров;

M_{pi} - число выходящих пассажиров на i-той станции, пассажиров;

C_{oi} - приоритет времени отправления на i-той станции;

C_{pi} - приоритет времени прибытия на i-тую станцию;

α = T/T - коэффициент, учитывающий изменение скорости,

где, в свою очередь:

T_c - существующее время хода на всем направлении, ч;

T - время в пути при изменении скорости движения на направлении, ч.

Данные о числе входящих и выходящих пассажиров по станциям могут быть получены на основании статистических данных и на основе прогнозирования роста пассажирских перевозок.

Предложенная формула может использоваться для определения:

- рейтинга поезда при существующих скоростях движения и существующем времени отправления. Полученная характеристика необходима для сравнения с рейтингом поезда, получаемом при повышении скоростей движения или изменением времени отправления поезда.

- лучшего времени отправления при существующих скоростях движения;

- рейтинга поезда при любом сочетании скоростей движения по участкам;

- сочетания скоростей движения по участкам и времени отправления, при котором рейтинг поезда наилучший. На основании полученных значений может быть сделан вывод, что поднятие скорости выше полученного уровня не всегда целесообразно и может привести к падению рейтинга поезда, то есть к снижению его привлекательности для пассажиров.

Протяженные железнодорожные направления требуют этапного подхода к их реконструкции при введении скоростного пассажирского движения, что обусловлено большим объемом работ и средств, расходуемых на реконструкцию. Средства в реконструкцию на различных этапах работ могут вкладываться равномерно на всем направлении или в различные участки. Необходимо определить достоинства той или иной схемы капитальных вложений в реконструкцию с позиций возможности организации скоростного пассажирского движения на каждом этапе реконструкции и оценить получаемые промежуточные результаты с точки зрения привлекательности для потенциальных пассажиров.

В качестве примера рассмотрено протяженное железнодорожное направления Москва - Нижний Новгород - Екатеринбург - Омск - Новосибирск. Сравняются два способа поднятия скоростей на направлении: равномерный и неравномерное поднятие скоростей по участкам направления.

Сравнение разных схем капитальных вложений для направления Москва - Нижний Новгород - Екатеринбург - Омск - Новосибирск по критериям сокращения времени хода и рейтинга поезда показывает преимущество неравномерного поднятия скоростей и связанного с ним распределения капитальных вложений по участкам. Возможные этапы реконструкции и соответствующие им уровни скоростей по участкам могут быть выбраны по графу состояний и переходов, составленному из доминирующей последовательности "сокращение времени хода, рейтинг поезда".

Формализация социального фактора позволяет учесть его при принятии основных решений, как дополнительный критерий при оценке эффекта от реконструкции. Понятие рейтинга поезда дает возможность учесть интересы как пассажиров использующих терминалы, так и пользующихся промежуточными станциями, определить оптимальный уровень поднятия скоростей движения пассажирских поездов, позволяет учесть достоинства той или иной схемы этапного вложения средств в реконструкцию с точки зрения приемлемости получаемого сокращения времени хода на промежуточных этапах для организации скоростного пассажирского движения.

В третьей главе предлагается методика определения оптимальной по критериям сокращения времени хода, рейтинга поезда, затратам этапности реконструкции железнодорожного направления для введения скоростного пассажирского движения.

Специфика железных дорог России состоит в том, что в отличие от стран Европы, с относительно небольшими расстояниями, для России характерны протяженные направления, неравномерная густота сети. большие объемы как грузовых, так и пассажирских перевозок. И если сейчас разрабатываются проекты реконструкции сравнительно коротких направлений, как Москва - Санкт-Петербург и Москва - Красное, то в

перспективе будут рассмотрены такие протяженные направления, как Москва - Самара - Уфа, Москва - Нижний Новгород - Екатеринбург - Омск - Новосибирск и некоторые другие. В связи с протяженностью направлений и большим объемом средств на реконструкцию возникает вопрос возможности их этапного вложения.

В качестве объекта реконструкции рассматривается существующее железнодорожное направление с числом участков, определяемым необходимыми остановками скоростного пассажирского поезда. На каждом участке выделяются места ограничения скорости.

В работе предлагается деление ограничений скорости на:

- локальные, которые относятся к ограниченному по длине участку (круговая кривая малого радиуса, короткая переходная кривая, большое земляное полотно в определенном месте, плохое состояние водопрпускного сооружения);

- глобальные, то есть распространяющиеся на всю длину участка (тип и состояние верхнего строения пути, подвижной состав, система тягового электроснабжения).

Локальные ограничения скорости могут быть независимыми и зависимыми при определении сокращения времени хода после отмены этого ограничения скорости. При анализе существующего состояния на каждом участке протяженного направления должны быть выделены глобальное ограничение скорости и блоки локальных независимых ограничений скорости. Кроме анализа существующего технического состояния линии нужно знать перспективы поднятия скоростей на направлении, то есть определить технические возможности поднятия уровня скорости в пределах каждого ограничения скорости.

Сокращение времени хода может быть определено как:

- максимально возможное сокращение времени хода на j-ом участке:

$$\Delta t_{\max j} = l_j \left(\sum_{i=1}^n \alpha_{j,i} (1/V_{c_{j,i}} - 1/V_{m_{j,i}}) \right) + (1 - \sum_{i=1}^n \alpha_{j,i}) / (1/V_{c_{j,j}} - 1/V_{m_{j,j}}) \quad (2)$$

- максимально возможное сокращение времени хода на направлении :

$$\Delta T_{\max} = L \left[\sum_{j=1}^k \beta_j \left(\sum_{i=1}^{n_i} \alpha_{j,i} (1/V_{c_{j,i}} - 1/V_{m_{j,i}}) \right) + \left(1 - \sum_{i=1}^{n_i} \alpha_{j,i} \right) / (1/V_{c_{g_j}} - 1/V_{m_{g_j}}) \right] \quad (3)$$

где:

n_j - число независимых блоков ограничений скорости;

k - число участков на направлении;

$\alpha_{j,i} = l_{j,i} / l_j$ - относительная протяженность локального блока ограничений скорости на j -ом участке;

$\beta_j = l_j / L$ - относительная протяженность участка на направлении;

L - длина направления, км;

l_j - длина j -го участка, км;

$l_{j,i}$ - длина i -го блока локальных ограничений скорости на j -ом участке, км;

$V_{c_{j,i}}$ - существующее i -ое ограничение скорости на j -ом участке, км/ч;

$V_{c_{g_j}}$ - существующее глобальное ограничение скорости на j -ом участке, км/ч.

$V_{m_{j,i}}$ - максимально возможная скорость или техническая возможность поднятия скорости в пределах i -го блока ограничений на j -ом участке, км/ч;

$V_{m_{g_j}}$ - максимально возможная скорость глобального ограничения на j -ом участке, км/ч.

Однако при назначении максимально возможных уровней скоростей для локальных ограничений нужно иметь в виду нецелесообразность поднятия его выше уровня глобального ограничения скорости. В случае если $V_{m_{j,i}} > V_{m_{g_j}}$, нужно принять $V_{m_{j,i}} = V_{m_{g_j}}$.

Проведение анализа существующего состояния протяженного направления, отдельных его участков и мест ограничений скорости дает возможность:

- обозначить места ограничения скоростей,

- объединить отдельные зависимые ограничения скорости в независимые блоки ограничений скорости, что позволяет значительно упростить решение задачи,

- определить уровни глобальных, то есть распределенных по длине участка, ограничений скоростей движения поездов,

- выявить возможности поднятия скоростей движения,

- в первом приближении определить сокращение времени хода при отмене отдельных ограничений скорости, ряда ограничений скорости на участке или направлении и снятии всех ограничений,

- получить максимально возможное сокращение времени хода на направлении,

- определить необходимые затраты на снятие как отдельных ограничений скорости, так и всех на отдельном участке или направлении в целом.

Определение оптимальной этапности реконструкции отдельного участка протяженного направления необходимо для сокращения расчетов при определении оптимальной этапности для всего направления в целом. При большом числе ограничений скорости по участкам оно дает возможность заранее отсеять неоптимальные решения на предварительной стадии.

Определение оптимальной этапности реконструкции участка, входящего в направление, сводится к получению такой последовательности состояний на участке (каждое состояние характеризуется числом и последовательностью снятия ограничений скорости, получаемым при этом сокращением времени хода и затратами) при которой для каждого состояния выполняются условия:

- при фиксированном сокращении времени хода затраты - минимально необходимые, или

- при фиксированных затратах сокращение времени хода - максимально возможное;

- в каждом состоянии сокращение времени хода и затраты больше, чем в предыдущем состоянии;

- работы, необходимые для перехода в следующее состояние, должны дополнять, а не отрицать проведенные ранее работы. Последнее условие определяет возможность использования каждого состояния в качестве этапа реконструкции.

Такая последовательность может быть представлена доминирующей последовательностью состояний на участке с учетом этапности (ДПУЭ), в которой:

1 - при Δt_j $K_j = K_{\min}$, или при K_j $\Delta t_j = \Delta t_{\max}$,

2 - $\Delta t_j^N > \Delta t_{j^{N-1}}$, $K_j^N > K_{j^{N-1}}$,

3 - в состоянии N снятые ограничения из состояния N-1 дополняются новыми снятыми ограничениями скорости.

Задача является условно-оптимальной двухкритериальной. Методами получения ДПУЭ могут быть модифицированный метод динамического программирования или алгоритм Кеттеля и метод наискорейшего спуска с построением графа состояний и выбора пути по нему.

Для определения этапности необходимо построение направленного графа состояний. Вершины графа - состояния из доминирующей последовательности состояний на участке, направленные ребра - возможный переход из состояния А в состояние В. При определении положений ребер и их направленности необходимо установить отношения между вершинами А и В. Ребра направляются таким образом, чтобы выполнялось условие неотрицания и дополнения работ, то есть число и номера снятых ограничений в состоянии В равно числу и номерам снятых ограничений в состоянии А плюс дополнительные снятые ограничения скорости. Возможные переходы с максимальным количеством промежуточных состояний представляет базисный граф.

Следующим шагом является определение оптимального, по двум критериям: сокращению времени хода и затратам, пути по графу и вер-

шин, лежащих на этом пути, то есть состояний, которые являются оптимальными этапами реконструкции участка. Оптимальным является вариант реконструкции, который на первых этапах при меньших затратах дает большее сокращение времени хода. Критерием, объединяющим затраты и сокращение времени хода может являться отношение приращения затрат к приращению сокращения времени хода при переходе из состояния А в состояние В :

$$q = (K_B - K_A) / (\Delta t_B - \Delta t_A).$$

Путь выбирается по наименьшему коэффициенту q .

Выбранный таким образом, путь отражает оптимальную этапность реконструкции отдельного участка протяженного направления.

Предложенное в работе дополнение алгоритма Кеттеля выбором оптимального пути по графу состояний из доминирующей последовательности дает возможность получить не просто последовательность альтернативных вариантов реконструкции участка, но последовательность возможных этапов, каждый из которых является продолжением предыдущего.

Определение оптимальной этапности реконструкции протяженного железнодорожного направления для введения скоростного пассажирского движения имеет свою специфику. В отличие от отдельного участка для всего направления важным является то обстоятельство, что сокращение времени хода, получаемое на этапах реконструкции, должно обеспечивать удобный график движения скоростного пассажирского поезда. Для учета интересов потенциальных пассажиров может быть введен дополнительный критерий оценки эффекта от реконструкции - рейтинг поезда. Определение оптимальной этапности реконструкции направления сводится к получению такой последовательности состояний на направлении, (каждое состояние характеризуется определенным сочетанием скоростей или сокращением времени хода по участкам, сокращением време-

ни хода, рейтингом и затратами на направлении) при которой для каждого состояния выполняются условия:

- при фиксированном сокращении времени хода рейтинг поезда - максимально возможный, а затраты - минимально необходимые, или
- при фиксированном рейтинге поезда сокращение времени хода - максимально возможное, а затраты - минимально необходимые, или
- при фиксированных затратах сокращение времени хода и рейтинг поезда - максимально возможные;
- в каждом состоянии сокращение времени хода, рейтинг поезда и затраты больше, чем в предыдущем состоянии,
- работы, необходимые для перехода в следующее состояние, должны дополнять, а не отрицать работы, проведенные ранее.

Такая последовательность может быть представлена доминирующей последовательностью состояний на направлении с учетом этапности (ДПНЭ), в которой:

1- при ΔT $R = R_{\max}$, $K = K_{\min}$ или

при R $\Delta T = \Delta T_{\max}$, $K = K_{\min}$ или

при K $\Delta T = \Delta T_{\max}$, $R = R_{\max}$;

2 - $\Delta T^k > \Delta T^{k-1}$, $R^k > R^{k-1}$, $K^k > K^{k-1}$;

3 - в состоянии k сняты ограничения из состояния $k-1$ дополняются новыми снятыми ограничениями скорости.

Задача является условно-оптимальной трехкритериальной. Доминирующая последовательность состояний на направлении с учетом этапности может быть получена модифицированным методом динамического программирования и методом наискорейшего спуска с последующим построением графа состояний на направлении и определением оптимального пути по нему. Использование такого критерия, как рейтинг поезда, для оценки эффекта от реконструкции железнодорожного направления дает возможность учесть интересы потенциальных пользователей.

В четвертой главе производится расчет экономической эффективности реконструкции направления Москва - Красное и сравнение одноэтапного и двухэтапного подхода к инвестиционным вложениям.

Для оценки общей экономической эффективности инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте может использоваться интегральный эффект или чистый дисконтированный доход и сравнительная величина интегрального эффекта или чистого дисконтированного дохода. Критерием выбора варианта служит максимум интегрального эффекта $\Delta_{\text{инт}}$. Сравнительная величина интегрального эффекта $\Delta_{\text{инт}}$ отличается от общей его величины тем, что не учитывает не изменяющиеся по вариантам составляющие. При равных суммарных затратах и результатах по вариантам может быть выявлено преимущество той или иной схемы капиталовложений.

В настоящее время разрабатывается проект реконструкции направления Москва - Красное для введения скоростного пассажирского движения (160 км/ч). Оценка экономической эффективности проекта производится на основе критерия чистого дисконтированного дохода от реализации проекта при следующих исходных данных.

Период реконструкции - 4 года.

Расчетный период - 16 лет.

Результаты от введения скоростного пассажирского движения определяются по следующим показателям:

- увеличение стоимости проезда в скоростных поездах, пассажиропотока и размеров движения фирменных скоростных поездов;
- дополнительный поток транзитных контейнеров;
- продажа свободных ниток графика под коммерческие поезда;
- сокращение потребности в локомотивных и поездных бригадах, стоимости ремонтов электровозов и вагонов, грузовой массы "на колесах", пассажиро-часов в пути следования;

- возврат стоимости существующих электровозов и вагонов.

Расходы для введения скоростного пассажирского движения определяются по следующим показателям:

- капитальные вложения в реконструкцию и строительство путей, проводов, пешеходных мостов и тоннелей;
- приобретение электровозов и подвижного состава;
- дополнительные расходы в период реконструкции;
- возврат кредита;
- амортизационные отчисления и налог на имущество.

При одноэтапных инвестициях результат в размере 1725,2 млн. руб/год появляются на следующий год после окончания реконструкции. Результат от продажи старого подвижного состава может быть получен на следующий год после окончания реконструкции и составляют 456,7 млн. руб.

Капитальные вложения в реконструкцию распределены равномерно внутри инвестиционного цикла по 25 % и составляют 677 млн. руб/год. Капитальные вложения в новое строительство распределены равномерно по годам расчетного периода и составляют 89,5 млн. руб/год. Затраты на приобретение нового подвижного состава приходятся на следующий год после окончания реконструкции и составляют 1800 млн. руб. Дополнительные расходы равномерно распределены по годам инвестиционного цикла и составляют 18,8 млн. руб/год. Выплата кредита начинается на 5 год расчетного периода, равномерно распределена на 11 лет и составляет 540 млн. руб/год.

При одноэтапных капитальных вложениях и указанном выше распределении капитальных вложений внутри инвестиционного цикла чистый дисконтированный доход за расчетный период составит 580 млн. руб. На 12 год расчетного периода чистый дисконтированный доход становится положительным, то есть подобная схема вложения средств в реконструкцию окупает себя за 13 лет.

Многоэтапные капитальные вложения отличаются от одноэтапных тем, что в конце каждого из этапов может быть получен частичный результат от вложенных средств в реконструкцию.

На направлении Москва - Красное могут быть выделены два участка: Москва- Вязьма (240 км) и Вязьма - Смоленск - Красное (220 км). Реконструкция на каждом участке может рассматриваться как отдельный этап реконструкции с получением частичного результата от введения скоростного пассажирского движения на отдельном участке. В первом приближении капитальные вложения и результаты могут быть распределены пропорционально длине участков реконструкции.

При этапности Москва - Вязьма, Вязьма - Красное чистый дисконтированный доход на 15 год составляет 1409 млн. руб., а при этапности Вязьма - Красное, Москва - Вязьма - 1338,3 млн. руб. Срок окупаемости обеих схем капитальных вложений 9 лет.

Таким образом, расчет чистого дисконтированного дохода для различных схем инвестиционных вложений в реконструкцию направления Москва - Красное, при распределении инвестиционных вложений и результатов пропорционально длине участков, с получением частичного результата на первом этапе реконструкции показывает преимущества двухэтапного вложения средств в реконструкцию. Так при реконструкции на первом этапе участка Москва - Вязьма и получении частичного результата на первом этапе чистый дисконтированный доход за расчетный период 16 лет увеличивается с 580 до 1409 млн. руб. (на 143 %), а участка Вязьма - Красное - с 580 до 1338 млн. руб. (на 130 %). Срок окупаемости инвестиций при этом сокращается с 13 до 9 лет.

Найдены зависимости чистого дисконтированного дохода от величины получаемого результата на первом этапе реконструкции при распределении затрат по этапам пропорционально длине участков направления и зависимость ЧДД при различном распределении затрат и результатов по этапам реконструкции.

Для направления Москва - Красное и выбранных схем капиталовложений доказано преимущество оптимальной этапности реконструкции направления над одноэтапной.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ:

1. При реконструкции существующих железных дорог с целью введения скоростного пассажирского движения необходимо учитывать интересы потенциальных пассажиров или социальный аспект проводимых мероприятий.

2. Привлекательность скоростного поезда для пассажиров может быть обусловлена удобным временем отправления и прибытия как на терминалы, так и на промежуточные станции, приемлемым временем в пути и режимом остановок. Все эти факторы возможно формализовать с помощью, предложенной в работе, величины - "рейтинг поезда".

3. В этих условиях большого объема и длительности работ целесообразен этапный подход с вложением средств в отдельные участки направления и получением частичного эффекта от реконструкции на промежуточных этапах, что особенно важно для протяженных железнодорожных направлений.

4. Оптимальная по экономическим критериям этапность реконструкции железнодорожного направления может быть определена с помощью модифицированного метода динамического программирования и метода наискорейшего спуска с дополнением их построением графа состояний и определением пути с помощью критерия отношения затрат к сокращению времени хода.

5. Для железнодорожного направления рекомендуется определение оптимальной этапности по критериям: затраты, сокращение времени хода и рейтинг поезда. Применение такого критерия как рейтинг поезда позволяет учесть интересы пассажиров при выборе уровней поднятия скоростей. На предварительной стадии рекомендуется определять этапность.

реконструкции отдельных участков направления по критериям затраты и сокращение времени хода, что позволит значительно сократить объем вычислений для направления.

6. Полученную оптимальную последовательность этапов реконструкции направления, из которой могут быть выбраны несколько или все возможные этапы, можно рекомендовать лицу принимающему решение.

7. Для направления Москва - Красное и принятых схем распределения инвестиций по этапам доказано преимущество этапного подхода к реконструкции и получены зависимости чистого дисконтированного дохода от долей расходов и результатов по этапам реконструкции.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Рыжик Е. А. Этапность ввода скоростного движения пассажирских поездов // Тезисы докладов первой межвузовской научно-методической конференции "Актуальные проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта" - М. : РГОТУПС, 1996, с. 130 - 132.

2. Рыжик Е. А. Выбор уровня скорости при реконструкции существующих железных дорог для введения скоростного пассажирского движения. Депонирована в ЦНИИТЭИ МПС, 1996, № 12(300), 6/о, с. 48, № 6081 жд-96.

3. Турбин И. В., Рыжик Е. А. Высокоскоростное движение: этапность реконструкции протяженных направлений. // Железнодорожный транспорт, 1997, № 11, с. 21 - 24.

4. Рыжик Е. А. Социальный аспект повышения скоростей движения пассажирских поездов // Тезисы докладов третьей межвузовской научно-методической конференции "Актуальные проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта" - М. : РГОТУПС, 1998, с. 80 - 82.

Рыжик Екатерина Александровна



ЭТАПНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ
СКОРОСТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ДВИЖЕНИЯ

05.22.03 - Изыскание и проектирование железных дорог

Подписано к печати 05.11.98.

Формат бумаги 60x84 1/16 Объем 1,5 п.л. Заказ ~~784~~ Тираж 80 экз.

Типография МИИТа, ул. Образцова, 15.