На правах рукописи

Гончаров Дмитрий Владимирович

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МЕСТНОЙ РАБОТЫ СТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ ВЫНОСА СОРТИРОВОЧНОЙ И ГРУЗОВОЙ РАБОТЫ ЗА ПРЕДЕЛЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ

Специальность 05.22.08 – Управление процессами перевозок

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Москва – 2013

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования “Московский государственный университет путей сообщения” МГУПС (МИИТ) на кафедре “Железнодорожные станции и узлы”.

Научный руководитель:

кандидат технических наук, доцент, Иванов-Толмачев Игорь Анатольевич

Официальные оппоненты:

Числов Олег Николаевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Ростовский государственный университет путей сообщения”, заведующий кафедрой “Станции и грузовая работа”;

Абрамов Александр Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, открытое акционерное общество “Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте” (ОАО “НИИАС”), начальник отделения “Эксплуатация железных дорог”.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный университет путей сообщения».

Защита состоится «19» февраля 2013 г. в 10 час. 30 мин. на заседании диссертационного совета Д 218.005.07 в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования “Московский государственный университет путей сообщения” МГУПС (МИИТ) по адресу: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д.9, стр.9, ауд.2505.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан «16» января 2013 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор технических наук,

профессор Горелик Александр Владимирович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы**

Одним из основных резервов совершенствования перевозочного процесса на железных дорогах является рациональная организация местной работы. Доля местных вагонопотоков только в отправлении с технических станций превышает 40%, что определяет большое значение организации их обработки.

В современных условиях роста объемов местной работы многие станции сталкиваются с проблемами нехватки мощностей существующих маневровых устройств и необходимостью усиления путевого развития. Однако вследствие нерационального размещения станций в узлах (из-за близкого расположения территории города), провести реконструктивные мероприятия чаще всего не представляется возможным. В этих условиях возникает необходимость выноса сортировочной и грузовой работы на станции, расположенные за пределами городов.

Принятие подобного решения требует технико-экономического обоснования, однако установлено, что существующие методики расчета не затрагивают так называемый “внетранспортный” эффект и должны быть усовершенствованы.

Кроме того, при выносе грузовой и сортировочной работы на станции, расположенные в отдалении от населенных пунктов появляется возможность совершенствовать технологию работы с местными вагонопотоками, оснащая эти станции группировочными (ГП) и сортировочно-группировочными парками (СГП) для детальной подборки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки.

Значительный вклад в исследование организации местной работы станций внесли: академик В.Н. Образцов, профессора Л.В. Абуладзе, Э.В. Бакумов, П.В. Бартенев, К.А. Бернгард, П.С. Грунтов, А.М. Долаберидзе, В.Д. Никитин, А.Т. Осьминин, Н.В. Правдин, И.Е. Савченко, Н.К. Сологуб, Е.А. Сотников, А.Н. Сухопяткин, Н.Н. Шабалин и др. Однако, несмотря на большое количество исследований в этой области, актуальной задачей остается совершенствование технических и технологических параметров местной работы станций. В связи с этим в диссертационной работе исследования направлены на изучение технологий подборки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки, способов определения допустимого путевого развития дополнительных сортировочных устройств, а также разработку методики выбора рационального места расположения дополнительных сортировочных устройств в схемах станций.

**Цели диссертации:**

1. Обосновать эффективность выноса сортировочной и грузовой работы за пределы железнодорожных узлов и, одновременно, сооружения парка для детальной подборки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки.

2. Разработать предложения по совершенствованию местной работы станций в условиях выноса сортировочной и грузовой работы за пределы железнодорожного узла.

При этом определено несколько основных **задач**, решение которых напрямую повлияет на достижение указанных целей:

1. Выявить основные показатели, изменяющиеся при выносе грузовой и сортировочной работы за пределы города;

2. Установить наиболее эффективный подход к вопросу выноса грузовой и сортировочной работы за пределы города;

3. Разработать методику выбора станций, расположенных на подходах к железнодорожным узлам, для выноса на них работы со станций, расположенных в черте города;

4. Выполнить анализ технического оснащения и размещения дополнительных сортировочных устройств для детальной подборки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки и разработать методику выбора рационального места расположения дополнительных сортировочных устройств в схеме станции;

5. Определить показатели, влияющие на выбор конструкции выходных горловин группировочных и сортировочно-группировочных парков;

6. Разработать технологию подборки местных вагонов по фронтам погрузки-выгрузки, эффективную в условиях интенсификации работы.

**Методы исследования.** В работе использованы топологические, экономико-математические методы, а также методы теории графов, технико-экономических расчетов и математической статистики.

**Достоверность исследований и научных результатов работы** подтверждается корректностью применения исходных математических положений,обоснованностью принятых допущений, соответствием результатов теоретических и практических исследований и работоспособностью разработанных технических решений в эксплуатационных условиях.

**Научная новизна работы.** В диссертации впервые:

- при определении технико-экономической эффективности выноса грузовой и сортировочной работы за пределы железнодорожного узла учитывается не только транспортный эффект, но и “внетранспортный”, получаемый за счет дополнительных, изменяющихся в процессе выноса работы, показателей;

- вынос грузовой и сортировочной работы за пределы железнодорожных узлов рассмотрен в увязке с совершенствованием местной работы железнодорожных узлов, за счет оборудования железнодорожных станций дополнительными сортировочными устройствами для подборки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки;

- разработан способ двухэтапной подборки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки на путях группировочных парков.

**Практическая ценность исследования** заключается в том, что разработанные рекомендации могут быть использованы в Генеральных схемах развития железнодорожных узлов, а внедрение группировочных и сортировочно-группировочных парков на станциях России и предварительная подборка вагонов по фронтам погрузки-выгрузки позволит сократить затраты времени на переработку местного вагонопотока.

**Реализация результатов исследования.**

Результаты, полученные в диссертации, использованы:

- ОАО “Мосгипротранс” при разработке варианта реконструкции станции “Ховрино”;

- при разработке учебно-методического комплекса по дисциплине “Железнодорожные станции и узлы”.

Результаты внедрения подтверждены соответствующими актами.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертации докладывались и обсуждались на:

- юбилейной десятой научно-практической конференции “Безопасность движения поездов” в г. Москве, 2009 год;

- VII-ой международной научно-практической конференции “Trans-Mech-Art-Chem”, 2010 г.;

- научно-практической конференции “Неделя науки” МИИТа ( 2011 и 2012 г.г.);

- XIII научно-практической конференции “Безопасность движения поездов” в г. Москве, 2012 год.

Диссертационная работа обсуждалась и получила одобрение на заседаниях кафедры “Железнодорожные станции и узлы” МГУПС (МИИТ) в 2011 и 2012 годах.

**Публикации.** Основные положения и результаты диссертационных исследований нашли отражение в семи печатных работах, три из которых опубликованы в ведущих научных журналах и изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации.

**Структура и объем диссертации**. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и четырех приложений. Она содержит 150 страниц основного текста, 34 иллюстрации и 7 таблиц. Список использованных источников включает 101 наименование.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обосновывается актуальность темы диссертации, дается общая характеристика проблемы, формулируются основные направления для исследования.

**Первая глава** диссертации содержитанализ современных направлений развития железнодорожных узлов. В ней показано, что в современных условиях экономического роста следует использовать дополнительные возможности увеличения скорости доставки груза, в связи с чем разработаны теоретические рекомендации по развитию местной работы железнодорожных узлов. Установлено, что одной из основных проблем развития местной работы отечественных железнодорожных узлов является нехватка свободных площадок, пригодных для строительства и усиления путевого развития станций. Вынос станций, расположенных в черте города, на свободные пригородные территории позволит по-новому взглянуть на организацию перевозочного процесса. В частности, появится возможность совершенствования технологии обработки местных вагонов, взяв за пример европейские и североамериканские страны, на протяжении долгого времени успешно использующие дополнительные сортировочные устройства для детальной подборки местных вагонов по фронтам погрузки-выгрузки.

Отмечена целесообразность выделения специальных устройств и парков для формирования многогруппных поездов и местных вагонопотоков. Дан анализ исследований, посвященных дополнительным сортировочным устройствам. Из четырех типов сортировочных устройств выбраны для дальнейшего исследования группировочные и сортировочно-группировочные парки. На основе изученных схем и вариантов расположения разработана классификация этих типов парков:

I. По расположению в пределах станции:

1) последовательно основному парку: а) между вытяжными путями; б) сбоку от вытяжных путей;

2) параллельно основному парку.

II. По типу: сквозного типа; тупикового типа; ”елочка” сквозного типа; ”елочка” тупикового типа;

III. По способу сортировки: с горкой малой мощности; с вытяжным путем.

Отмечено, что на целесообразность строительства вспомогательных парков могут оказывать влияние несколько основных факторов, в числе которых: наличие достаточных свободных территорий, удобной связи с городом, локомотивного депо, больших объемов местной работы на станции.

**Вторая глава** посвящена обоснованию технико-экономической эффективности выноса сортировочной и грузовой работы за пределы железнодорожных узлов. Выделены три основных подхода к решению вопроса о выносе сортировочной и грузовой работы за пределы города:

1) вынос только сортировочной работы;

2) вынос только грузовой работы;

3) комплексный подход, заключающийся в одновременном выносе и грузовой и сортировочной работы за пределы узла.

Установлены все участвующие (изменяющиеся) в процессе выноса грузовой и сортировочной работы за пределы узла показатели, учитывающие как прямые, так и косвенные эффекты: – эксплуатационные расходы существующей станции, работа с которой выносится за пределы узла; ,  – доход от использования освобождаемой территории станции, с которой переносится работа за пределы узла (сдача в аренду и частичная продажа соответственно); – затраты, связанные с занятием территории под строительство новой станции за пределами города; – затраты, связанные с освобождением территории ранее занимаемой станцией, работа которой переносится за пределы узла; – затраты на строительство новой станции;  – затраты, связанные с эксплуатацией новой станции; – капитальные вложения в строительство группировочного парка на сортировочной станции (затраты на ГП выделяются отдельно от , так как строительству группировочного парка в работе уделяется особое внимание), либо сортировочного парка для местной работы на грузовой станции;  – эксплуатационные расходы на содержание группировочного парка сортировочной станции (либо сортировочного парка грузовой станции);  – экономия, связанная с уменьшением простоя транзитных поездов на новой станции, учитывая наличие группировочного парка на сортировочной станции, либо сортировочного парка на грузовой станции для детальной подборки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки;  – эффект, связанный с возможностью обслуживания большего количества пассажиров, вследствие изменения направления следования части пассажиропотока в часы интенсивного пригородного движения;  – экономия, связанная с возможностью использования путей, оставляемых на закрываемых станциях в узле, для целей города, либо других целей, связанных с обслуживанием поездов;  – экономия, связанная с уменьшением расстояния следования грузовых поездов до пунктов погрузки-выгрузки и ускорением доставки грузов;  – эффект, связанный с улучшением экологической ситуации в черте города. Следует отметить, что при освобождении станционной территории происходит значительное улучшение городской экологии. Один тепловоз по вредным выбросам эквивалентен 10-15 грузовым автомобилям. Вместе со станцией исчезнет загазованность, грязь, выбросы различного вида топлива, в том числе мазута, и т.д. Кроме того, исследования показали, что в приближенных к крупным станциям территориях уровень заболеваний на 30-40% выше среднего показателя. Убрав грузовую или сортировочную станцию (либо обе) из обширно заселенного мегаполиса, можно сократить расходы на здравоохранение и лекарственные препараты;  – экономия, связанная с уменьшением затрат на электроэнергию, ввиду уменьшения расстояния следования составов до сортировочной станции;  – эффект, связанный с изменением пропускной способности участка, зависящий от количества передач, следующих от сортировочной до грузовой станции, наличии или отсутствии двойного перепробега вагонов, пропуска транзитных поездов через город, либо в обход города. В случае пропуска транзитных поездов в обход города возникающий резерв пропускной способности можно направить на пригородное движение. Увеличение размеров движения пригородных поездов позволит улучшить комфортабельность пассажироперевозок и конкурентоспособность железнодорожного транспорта, и тем самым увеличить доход от пригородных перевозок;  – отрицательный эффект, связанный с увеличением расстояния следования от сортировочной до грузовой станции;  – отрицательный эффект, связанный с увеличением вредных выбросов в атмосферу за счет увеличения расстояния следования тепловоза от сортировочной станции до грузовой.

Предложены формулы для определения экономического эффекта от каждого показателя, изменяющегося в процессе выноса грузовой и сортировочной работы за пределы железнодорожного узла, по всем трем подходам. Используя экономический показатель чистый дисконтированный доход (ЧДД), был произведен расчет получаемых эффектов по каждому из трех подходов, и получены графики интегральных эффектов (пример на рис.1.), позволяющие сделать вывод о том, что комплексный вынос грузовой и сортировочной работы является самым эффективным подходом. Срок окупаемости такого проекта составит порядка 7-8 лет.

К примеру, ЧДД выноса сортировочной работы за пределы железнодорожного узла на 5-ый год строительства составляет:

=. (1)

Рис.1. Изменение интегрального эффекта от выноса грузовой, сортировочной и комплексного выноса грузовой и сортировочной работы за пределы города при усредненных показателях.

Выбор станций для выноса на них грузовой и сортировочной работы с закрываемых станций в черте города предлагается осуществлять в три этапа:

1) отбор станций, расположенных на подходе к городу, с точки зрения наличия свободных территорий и удобной связи с городом;

2) раздельный отбор перспективных с технико-экономической точки зрения вариантов мест сооружения грузовых и сортировочных станций;

3) определение наилучшего варианта взаимного расположения грузовой и сортировочной станций из вариантов, отобранных на втором этапе.

На первом этапе выбираются станции, расположенные на подходе к городу, с точки зрения наличия вблизи свободных территорий и удобной связи с городом. Перспективные варианты для выноса на них грузовой и сортировочной работы находятся путем сравнения технико-экономической эффективности комплексного выноса грузовой и сортировочной работы по каждой из рассматриваемых станций (отдельно по грузовым и сортировочным станциям) по разработанной методике с учетом перечисленных ранее дополнительных (внетранспортных) эффектов. При этом основным критерием выбора является максимальное суммарное значение ЧДД за выбранный период времени.

Для того, чтобы сделать окончательный выбор, третий этап предусматривает сравнение транспортных расходов по взаимодействию между грузовой и сортировочной станциями, так как раздельный выбор наилучших с экономической точки зрения станций не гарантирует рационального взаимодействия между ними.

Целевая функция транспортных расходов для определения наилучшего варианта взаимодействия грузовой и сортировочной станций в этом случае может быть выражена следующим образом:

$$П=q\_{ij}∙c\_{ij}∙L\_{ij}+q\_{jk}∙c\_{jk}∙L\_{jk}+\sum\_{x=l}^{f}(q\_{ix}∙c\_{ix}∙L\_{ix})+$$

$+(B\_{j}+B\_{i})∙E\_{н}\rightarrow min,$ (2)

где $j-$ вариант места размещения сортировочной станции (j=1,…, m); $i-$ вариант места размещения грузовой станции (i=1,…,n); l, …, f – варианты мест размещения предприятий; $q\_{ij}$, $q\_{jk}, q\_{il},…, q\_{if}$ – объем перевозок между j-ой сортировочной станцией и i-ой станцией назначения, между j-ой сортировочной станцией и последней технической станцией перед узлом, между грузовой станцией и предприятиями l, …, f соответственно, т; $c\_{ij}$, $c\_{jk}, c\_{il},…c\_{if}- $себестоимость перевозок 1 т груза от j-ой сортировочной станции до i-ой станции назначения, между j-ой сортировочной станцией и последней технической станцией перед узлом, между грузовой станцией и предприятиями l, …, f соответственно, руб./ткм; $L\_{ij} $,$ L\_{jk}, L\_{il},… L\_{if}-$ расстояние между j-ой сортировочной станцией и i-ой станцией назначения, между j-ой сортировочной станцией и последней технической станцией перед узлом, между грузовой станцией и предприятиями l, …, f соответственно, км;$ B\_{j},B\_{i}-$ капитальные затраты на строительство j-ой сортировочной станции и i-ой грузовой станции соответственно, млн. руб.;$ E\_{н}-$ нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Кроме того, в главе рассматривается влияние выноса сортировочной и грузовой работы на экологическую обстановку в городе, а также исследуется влияние выноса грузовой работы на изменение стоимости рейсов автомобильного транспорта.

**В третьей главе** диссертации исследуются технические и технологические параметры группировочных и сортировочно-группировочных парков.

Выбор рациональной схемы железнодорожной станции - это сложная многокритериальная и многовариантная задача. Особенностью структуры и функционирования каждой станции является, в первую очередь, тесная взаимосвязь ее компонентов (элементов) при определенной технологии обработки транспортных потоков различных категорий. При этом именно компоновка элементов оказывает решающее значение на технологический процесс работы станции. В свою очередь, принятая технология обработки транспортных потоков определяет функциональное назначение как отдельных элементов, так и станции в целом, и предъявляет определенные требования к её технической структуре.

Для оценки и сравнения статической сложности схем железнодорожных станций предлагается использовать интегральный показатель (разработанный проф. Жардемовым Б.Б.), – мера сложности станционной структуры, характеризующий “запутанность” или “непредсказуемость” структурной связности составных элементов системы при заданной технологии.

Для примера произведен расчет и сравнение меры сложности двух схем комплекса расформирования-формирования сортировочной станции, отличающихся принципом расположением группировочного парка (рис.2-3.), учитывая возможные смены направления вагонопотоков. Схема 1 - комплекс расформирования-формирования составов сортировочной станции №1 (следование вагонопотока - с четного направления обратно на четное); схема 2 - комплекс расформирования-формирования составов сортировочной станции №1 (с четного направления на нечетное); схема 3 - комплекс расформирования-формирования составов сортировочной станции №2 (следование вагонопотока - с четного направления на четное); схема 4 - комплекс расформирования-формирования составов сортировочной станции №2 (с четного направления на нечетное).

чет

**ПО**

**П**

**СП**

**ГП**

**ПО**

Рис.2. Комплекс расформирования-формирования составов сортировочной станции №1 (схемы 1 и 2).

чет

**ПО**

**П**

**СП**

**ГП**

**ПО**

Рис.3. Комплекс расформирования-формирования составов сортировочной станции №2 (схемы 3 и 4).

С точки зрения обработки местных вагонопотоков множество основных технических элементов этой сортировочной станции составит:

$x\_{1}$ – парк приёма; $x\_{2} $– горочная горловина сортировочного парка; $x\_{3 }$– пути сортировочного парка; $x\_{4}$ – вытяжной путь сортировочного парка; $x\_{5}$ – горочная горловина группировочного парка; $x\_{6} $– пути группировочного парка; $x\_{7}$ – вытяжной путь группировочного парка; $x\_{8}$ – парк отправления.

Множество технологических элементов:

$y\_{1 }$– прием и отправление местных вагонов; $y\_{2 }$– процесс роспуска местных вагонов; $y\_{3 }$– процесс накопления вагонов на путях парка; $y\_{4 }$– процесс сборки групп вагонов после дополнительной сортировки; $y\_{5 }$– окончание формирование состава; $y\_{6 }$– одиночные передвижения локомотивов; $y\_{7 }$– передвижения состава; $y\_{8 }$– передвижения части состава; $y\_{9 }$– смена направления движения.

**Для 1-й схемы**. Исходная матрица инциденций:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1.** | y₁ | y₂ | y₃ | y₄ | y₅ | y₆ | y₇ | y₈ | y₉ |  |  | **2.** | x₁ | x₂ | x₃ | x₄ | x₅ | x₆ | x₇ | x₈ |
| x₁ | 1 |   |   |   |   | 1 | 1 |   |   |  |  | x₁ | 2 | - | 1 | 1 | - | 1 | 0 | 2 |
| x₂ |   | 1 |   |   |   |   |   | 1 |   |  |  | x₂ |   | 1 | 0 | - | 1 | 0 | 0 | - |
| x₃ |   |   | 1 |   |   | 1 | 1 | 1 |   |  |  | x₃ |   |   | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 |
| x₄ | 1 |   |   |   | 1 |   | 1 |   | 1 |  |  | x₄ |   |   |   | 3 | - | 1 | 2 | 1 |
| x₅ |   | 1 |   |   |   |   |   | 1 |   |  |  | x₅ |   |   |   |   | 1 | 0 | 0 | - |
| x₆ |   |   | 1 |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  | x₆ |   |   |   |   |   | 4 | 2 | 1 |
| x₇ |   |   |   | 1 | 1 |   | 1 | 1 | 1 |  |  | x₇ |   |   |   |   |   |   | 4 | 0 |
| x₈ | 1 |   |   |   |   | 1 | 1 |   |   |  |  | x₈ |   |   |   |   |   |   |   | 2 |

q=0 { x₁, x₂, x₃, x₄, x₅, x₆, x₇, x₈} $ \rightarrow $ $Q\_{0}$=1

q=1 { x₁, x₃, x₄, x₆, x₇, x₈}{ x₂, x₅} $ \rightarrow $ $Q\_{1}$=2

q=2 { x₁, x₈} { x₃, x₄ x₆, x₇} $ \rightarrow $ $Q\_{2}$=2

q=3 { x₃, x₆} { x₄} {x₇} $ \rightarrow $ $Q\_{3}$=3

q=4 { x₆}{ x₇} $ \rightarrow $ $Q\_{4}$=2

Структурный вектор по X (техническая структура):$ Q\_{x}\{2;3;2;2;1\}$.

Мера сложности технической (X) структуры (здесь dimN=4):

$Ψ\_{x}=\frac{2[\sum\_{i=1}^{N}(i+1)∙Q\_{i}^{x}]}{\left(N+1\right)∙(N+2)} $= $\frac{2 ∙[\left(4+1\right)∙2+\left(3+1\right)∙3+\left(2+1\right)∙2+\left(1+1\right)∙2+(0+1) ∙1]}{\left(4+1\right)∙(4+2)} $= 2,2 (3)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  **3.** | x₁ | x₂ | x₃ | x₄ | x₅ | x₆ | x₇ | x₈ |  |  |  |  **4.** | y₁ | y₂ | y₃ | y₄ | y₅ | y₆ | y₇ | y₈ | y₉ |
| y₁ | 1 |   |   | 1 |   |   |   | 1 |  |  |  | y₁ | 2 | - | - | - | 0 | 1 | 2 | - | 0 |
| y₂ |   | 1 |   |   | 1 |   |   |   |  |  |  | y₂ |   | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - |
| y₃ |   |   | 1 |   |   | 1 |   |   |  |  |  | y₃ |   |   | 1 | - | - | 1 | 1 | 1 | 0 |
| y₄ |   |   |   |   |   |   | 1 |   |  |  |  | y₄ |   |   |   | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| y₅ |   |   |   | 1 |   |   | 1 |   |  |  |  | y₅ |   |   |   |   | 1 | - | 1 | 0 | 1 |
| y₆ | 1 |   | 1 |   |   | 1 |   | 1 |  |  |  | y₆ |   |   |   |   |   | 3 | 3 | 1 | 0 |
| y₇ | 1 |   | 1 | 1 |   | 1 | 1 | 1 |  |  |  | y₇ |   |   |   |   |   |   | 5 | 2 | 2 |
| y₈ |   | 1 | 1 |   | 1 | 1 | 1 |   |  |  |  | y₈ |   |   |   |   |   |   |   | 4 | 1 |
| y₉ |   |   |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |  |  | y₉ |   |   |   |   |   |   |   |   | 2 |

q=0 { y₁, y₂, y₃, y₄, y₅, y₆, y₇, y₈, y₉}$ \rightarrow $ $Q\_{0}$=1

q=1 { y₁, y₂, y₃, y₅, y₆, y₇, y₈, y₉}$ $ $ \rightarrow $ $Q\_{1}$=1

q=2 { y₁, y₆, y₇, y₈, y₉}$ $ $ \rightarrow $ $Q\_{2}$=1

q=3 { y₆, y₇} { y₈} $\rightarrow $ $Q\_{3}$=2

q=4 { y₇} { y₈} $\rightarrow $ $Q\_{4}$=2

q=5 {$y₇\} \rightarrow $ $Q\_{5}$=1

Структурный вектор по Y (технологическая структура):

$$Q\_{y}\{1;2;2;1;1;1\}$$

Мера сложности технологической (Y) структуры (здесь dimN=5):

$ Ψ\_{y}=\frac{2[\sum\_{i=1}^{N}(i+1)∙Q\_{i}^{y}]}{\left(N+1\right)∙(N+2)} $= $\frac{2 ∙[\left(5+1\right)∙1+\left(4+1\right)∙2+\left(3+1\right)∙2+\left(2+1\right)∙1+(1+1) ∙1+(0+1)∙1]}{\left(5+1\right)∙(5+2)} $= 1,4285 (4)

Общая мера сложности схемы номер 1:

$Ψ$ =$ \sqrt{Ψ\_{x}^{2}+Ψ\_{y}^{2}} $= $\sqrt{2,2^{2}+1,4285^{2}}$ = 2,623 (5)

 Расчет меры сложности остальных схем станций представлен в приложении диссертации. По итогам расчета установлено, что топология комплекса расформирования-формирования составов сортировочной станции №2 является более рациональной.

Особенность расчета допустимого путевого развития группировочных парков заключается в том, что ввиду индивидуальных особенностей каждой из пяти существующих технологий подборки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки, рациональные условия путевого развития определены для каждой из них в отдельности, что позволит уже при проектировании станций заранее подбирать эффективный способ подборки и соответствующее ему путевое развитие, исходя из местных условий.

Отдельного внимания заслуживает так называемый метод проф. Сологуба Н.К., который принято считать универсальным. В диссертационной работе предлагается определять количество путей ГП не только с точки зрения минимальных затрат времени на переработку составов, но и учитывать капитальные вложения на строительство парка, а также эксплуатационные расходы (включая и дополнительные расходы на неиспользуемые пути парка). Представленная методика дает возможность сделать наиболее эффективный выбор количества путей парка при таком количестве повторных переработок состава, при котором суммарные затраты на повторную переработку, строительство и эксплуатацию путей будут минимальными. В представленной методике локомотиво- и вагоно-часы определяются с учетом влияния загрузки маневровых локомотивов, изменяющейся в зависимости от количества вагонов, требующих повторной сортировки, что значительно улучшает качество и точность расчета.

При нахождении необходимого числа путей в группировочном парке следует учитывать дополнительные затраты на содержание неиспользуемых путей парка, а также затраты на повторную переработку при недостаточном количестве парковых путей:

, где (6)

 годовые затраты на строительство и содержание путей ГП, руб.;

 затраты на повторную переработку составов, руб.;

 количество путей группировочного парка.

Общая формула определения суммарных затрат на сортировку составов в группировочном парке на первый год строительства () будет выглядеть следующим образом:







+ (7)

 где  – затраты на строительство 1-ого пути, тыс. руб.; Э – годовые эксплуатационные затраты на 1 путь, тыс. руб./путь;  – нормативный коэффициент эффективности; количество групп вагонов в составе;  – количество вагонов в составе;  – количество составов, которые перерабатываются ГММ (горка малой мощности) за день; – себестоимость 1 локомотиво-км, руб./лок-км;  – себестоимость 1 локомотиво-часа, руб./лок-ч;  – средняя скорость движения по путям станции локомотива без вагонов, км/ч;  – средняя скорость движения по путям станции локомотива с вагонами, км/ч;  – средняя скорость скатывания вагона с ГММ, км/ч;  – средняя скорость роспуска, км/ч;  – расстояние, которое локомотив проходит от вершины горки до вагонов на путях ГП и обратно (это расстояние принимается одинаковым для всех вариантов), км;  – длина одного вагона, м; – максимально возможное количество вагонов в одной группе;  – количество групп вагонов, накапливающихся вместе на одном пути ГП;  – количество групп вагонов, накапливающихся вместе на одном пути ГП, после 2-ой повторной переработки;  – количество групп вагонов, накапливающихся вместе на одном пути ГП, после последней необходимой повторной переработки.

На основании результатов расчета затрат по переработке составов в группировочном парке за первый год строительства, позволяющих выбрать минимальное значение, соответствующее рациональному количеству путей парка, на рис.4. графически представлена зависимость суммарных затрат на сортировку составов в ГП от максимального количества групп вагонов в составах данного направления. Итоговая диаграмма (рис.5.) демонстрирует зависимость рационального количества путей в парке от максимального количества групп вагонов в составах данного направления.

Рис.4. Вариант графического определения количества путей в ГП в зависимости от затрат на сортировку составов на первый год строительства при различном количестве групп вагонов в составе.

Рис.5. Зависимость рационального количества путей в парке ГП от максимального количества вагонов в составах данного направления.

Полезная длина путей группировочного парка может быть определена, исходя из распределения групп вагонов на путях ГП в наихудших условиях, когда имеется максимальная группа вагонов, а все остальные группы состоят из одного вагона. Кроме того, существенно сокращается потребная длина парковых путей, если подборка максимальной группы вагонов осуществляется на нескольких путях парка. Тогда полезную длину путей можно определить как:

, (8)

где  длина путей основного парка станции, м;

  максимальное количество вагонов в одном составе данного направления;

 максимальное число вагонов, накапливаемые на одном пути.

Максимальное число вагонов, накапливаемое на одном пути, выбирается из условия, что на этом пути будет накапливаться максимальная группа:

, (9)

где количество вагонов в максимальной группе;

количество групп вагонов в составе.

В случае, когда полезная длина путей основного парка станции составляет 1050 м, максимальное количество вагонов в одном составе данного направления – 70 вагонов, зависимость длины парковых путей от количества групп вагонов в составе можно представить в виде гистограммы (рис.6.).

Рис.6. Определение полезной длины путей ГП при условии, что пути основного парка имеют длину 1050 м.

Также в этой главе текста проанализированы выходные горловины группировочных и сортировочно-группировочных парков и установлены два показателя, на основе которых при нормальных условиях может быть выбрана их рациональная конструкция: 1) показатель среднего дополнительного приращения вместимости путей парка (рис.9.), определяемый как:

, (10)

где среднее значение дополнительного приращения вместимости путей ГП, м;

расстояние от уровня самого дальнего предельного столбика до предельного столбика 1-го пути парка, расстояние от уровня самого дальнего предельного столбика до предельного столбика 2-го пути парка, расстояние от уровня самого дальнего предельного столбика до предельного столбика 3-го пути парка, расстояние от уровня самого дальнего предельного столбика до предельного столбика n-го пути парка соответственно, м;

количество путей ГП;

**·**

**2**

**1**

**·**

**1/9**

**·**

**3**

**1/9**

**1/9**

**4**

Рис.7. Определение среднего дополнительного приращения вместимости путей парка.

2) средняя длина полурейса по выходной горловине (рис.8.):

, (11)

где средняя длина полурейса по выходной горловине, м;

соответственно расстояние от предельного столбика первого пути парка до последнего стрелочного перевода, расстояние от предельного столбика 2-го пути парка до последнего стрелочного перевода, расстояние от предельного столбика n-го пути парка до последнего стрелочного перевода, м;

 количество путей ГП.

**·**

**1/9**

**·**

**1**

**2**

**·**

**4**

**3**

**1/9**

**1/9**

Рис.8. Определение средней длины полурейса по выходной горловине.

**В четвертой главе** диссертации представлен разработанный автором способ двухэтапной подборки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки, при котором состав будет подбираться на конечном этапе перевозки по группам за две дополнительные сортировки на двух разных станциях – конечной технической и станции выгрузки, минуя многоразовые и повторные сортировки состава на одной из этих станций. Для осуществления этого способа техническая станция должна быть оборудована вспомогательным сортировочным парком с горкой малой мощности (группировочным, либо сортировочно-группировочным), грузовая станция – сортировочным парком с горкой малой мощности, либо специализированным группировочным парком. Подборка вагонов производится в два этапа. Для этих целей усовершенствована технология формирования передач по минимуму циклов сортировки.

В качестве модельного примера рассмотрим состав, состоящий из 27 вагонов (роспуск начинается с хвоста состава). Цифрами (каждая из которых условно принимается за один вагон) обозначается номер фронта погрузки-выгрузки, на который этот вагон следует.

А) МАН.ЛОК.,1,2,3,1,5,4,6,6,7,8,8,8,9,6,8,8,5,5,3,4,6,7,1,3,4,2,9.

Б) Первый этап дополнительной сортировки состава для подборки по фронтам погрузки-выгрузки будет иметь следующие результаты (на трех путях ГП):

1 путь: 1,1,4,7,4,1,4

2 путь: 2,5,8,8,8,8,8,5,5,4,4,2

3 путь: 3,6,6,9,6,3,3,9

В) Собранный состав будет выглядеть следующим образом:

3,6,6,9,6,3,3,9,2,5,8,8,8,8,8,5,5,4,4,2,1,1,4,7,4,1,4, МАН.ЛОК.

Г) На станции выгрузки в предгорочном парке состав будет иметь тот же вид, но с переставленным маневровым локомотивом:

МАН.ЛОК. 3,6,6,9,6,3,3,9,2,5,8,8,8,8,8,5,5,4,4,2,1,1,4,7,4,1,4

Д) Второй этап дополнительной сортировки будет иметь следующие результаты (роспуск начинается с хвоста состава):

1 путь: 1,1,1,2,2,3,3,3

2 путь: 4,4,4,4,4,5,5,5,6,6,6

3 путь: 7,8,8,8,8,8,9,9

Е) Перед подачей на грузовые фронты собранный состав будет выглядеть:

1,1,1,2,2,3,3,3,4,4,4,4,4,5,5,5,6,6,6,7,8,8,8,8,8,9,9.

Таким образом представляется возможным сразу выделить отличительные особенности представленного способа:

- концентрация подборки вагонов не на одной станции с повторными сортировками и нерациональным занятием горки, образующим задержки в парке, а последовательная схема подборки вагонов поэтапно на двух станциях;

- интенсивность маневровой работы, обеспечивающаяся минимальным количеством сортировок состава для подборки по фронтам погрузки-выгрузки. Также исключаются враждебные перемещения и повторные переработки одного (или части) состава на горке;

- организация поточности переработки составов. Представленный способ предусматривает минимальные затраты времени на подборку вагонов;

- минимум дополнительных переработок, враждебных маневровых передвижений, простоев вагонов в ожидании и т.д.;

- независимость технологии подборки от максимального количества вагонов в составе одной группы и количества вагонов в составе в целом;

- стабильность метода.

Количество путей в парках станции, участвующих в подборке вагонов, определяется из условия точного выбора “шага” подбираемых на одном пути групп. Определяется “шаг” из условия, что среднее количество фронтов погрузки-выгрузки, приходящееся на один путь, должно быть меньше или равно количеству путей в парке :

, (12)

где  количество фронтов погрузки-выгрузки на станции.

Другими словами, количество путей в парке может колебаться в зависимости от местных условий от трех до пяти: 1) при наличии от 2 до 9 фронтов погрузки-выгрузки в парке должно приниматься минимум 3 пути; 2) при наличии от 10 до 16 фронтов погрузки-выгрузки в парке должно быть минимум 4 пути; 3) при наличии от 17 до 25 фронтов погрузки-выгрузки в парке должно быть минимум 5 путей.

Вместимость путей в этом случае определяется из условий наличия максимальной группы вагонов в составе, в то время, как минимальные группы будут состоять всего из одного вагона. Важным принципом при этом является выделение под вагоны максимальной группы нескольких путей.

В виду выполнения различных функций в процессе подборки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки стоит разделять необходимые условия путевого развития в группировочном парке технической станции (рис.9.) и сортировочном парке грузовой станции (рис.10.).

Рис.9. Определение потребной полезной длины путей ГП при длине путей основного парка 1050 м.

Рис.10. Диаграмма определения полезной длины путей сортировочного парка грузовой станции, при длине путей основного парка сортировочной станции 1050 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненное исследование позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Установлено, что эффективным принципом современного развития железнодорожных узлов является комплексный вынос сортировочной и грузовой работы со станций, расположенных в черте города, на станции, расположенные на подходах к крупным узлам. По итогам подсчета ряда выбранных вариантов срок окупаемости такого проекта составил порядка 7-8 лет. В свою очередь, вынос станций, расположенных в черте города, на свободные пригородные территории позволит по-новому взглянуть на организацию перевозочного процесса. В частности, появится возможность совершенствования технологии обработки местных вагонопотоков, взяв за пример европейские и североамериканские страны, на протяжении долгого времени успешно использующие дополнительные сортировочные устройства для детальной подборки местных вагонов по фронтам погрузки-выгрузки.

2. Дан анализ исследований, посвященных дополнительным сортировочным устройствам. Из 4-х типов дополнительных сортировочных устройств выбраны для дальнейшего исследования группировочные и сортировочно-группировочные парки. На основе изученных схем и вариантов расположения разработана классификация этих парков по трем основным критериям: расположению в пределах станции, типу и способу сортировки. Установлено, что на целесообразность строительства вспомогательных парков могут оказывать влияние несколько основных факторов, в числе которых: наличие достаточных свободных территорий, удобной связи с городом, локомотивного депо, а также больших объемов местной работы на станции.

3. Разработана методика выбора станций для выноса на них грузовой и сортировочной работы с закрываемых станций в черте города, которая включает в себя три этапа: 1) отбор станций, расположенных на подходе к городу, с точки зрения наличия свободных территорий и удобной связи с городом; 2) раздельный отбор перспективных вариантов размещения грузовых и сортировочных станций по приведенной методике расчета технико-экономической эффективности выноса грузовой и сортировочной работы за пределы железнодорожных узлов; 3) определение наилучшего варианта взаимного расположения грузовой и сортировочной станций из вариантов, отобранных на первом этапе. Следуя предложенной методике, появляется возможность выбора наилучших вариантов станций с точки зрения не только строительных и эксплуатационных расходов, но и рационального взаимодействия между основными станциями узла.

4. Установлено, что вынос грузовой и сортировочной работы оказывает положительное влияние на экологическую обстановку и использование городских транспортных средств. При полном освобождении территории станции, расположенной в городе, от железнодорожных устройств, снижается процент заболеваемости городского населения. Ввиду нескольких вариантов размещения промышленных предприятий относительно города и грузовой станции влияние выноса грузовой работы на изменение стоимости рейса автомобильного транспорта неоднозначно.

5. Разработана методика оценки схем железнодорожных станций с группировочными парками, которая позволяет сравнивать варианты топологии схем станции (т.е. выбирать наиболее рациональную топологию схемы станции с группировочным парком).

6. Усовершенствована методика определения емкости путевого развития группировочных парков с учетом специфики и особого подхода каждого из существующих способов подборки вагонов. Так, определено, что при подборке вагонов методом проф. Сологуба Н.К., в группировочном парке, в зависимости от максимального количества групп вагонов в составах данного направления, требуется от 5 до 9 путей, в то время как полезная длина путей парка колеблется от 390 до 485 метров.

 7. Установлены два показателя, на основе которых может быть выбрана рациональная конструкция выходных горловин вспомогательных парков: средняя длина полурейса по горловине и среднее дополнительное приращение вместимости путей парка. Сравнение значений представленных показателей позволяет выбирать рациональные конструкции выходных горловин сортировочно-группировочных (группировочных) парков, что увеличит скорость сборки групп вагонов и уменьшит затраты времени на операции по перестановке их в парк отправления или на передачи к фронтам погрузки-выгрузки.

8. Разработан способ подборки местных вагонов по фронтам погрузки-выгрузки на путях группировочных парков, названный способом двухэтапной подборки. Общие принципы функционирования представленного способа позволили выделить его основные особенности и условия, при которых применение представленного способа является наиболее эффективным.

9. Разработана методика расчета потребной емкости путевого развития, необходимого для эффективного применения способа двухэтапной подборки вагонов. Установлено, что потребное число путей группировочного и сортировочного (на грузовой станции) парков колеблется от 3 до 5 в зависимости от минимально возможного количества групп вагонов в составе. Показано, что способ двухэтапной подборки имеет ряд преимуществ по сравнению с известными в настоящий момент способами и нуждается в апробации на практике.

10. Дан общий анализ перспектив развития сортировочных и грузовых комплексов.

11. Следующие результаты диссертационной работы были использованы ОАО “Мосгипротранс” при разработке варианта реконструкции станции “Ховрино”: методика расчета технико-экономического обоснования эффективности выноса сортировочной и грузовой работы за пределы железнодорожного узла; методика определения оптимальной емкости путевого развития сортировочно-группировочных парков; методика выбора оптимальной конструкции выходных горловин сортировочно-группировочных парков.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК**

1. Гончаров Д.В. Эффект предузловых станций: обоснование показателей // Мир транспорта, №1, 2012. – С. 110-116.

2. Гончаров Д.В. Методика выбора оптимальной топологии схем станций с группировочными парками // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – №9. –С. 58-60.

3. Гончаров Д.В. Сортировочно-группировочные парки // Мир транспорта, №6, 2012. – С. 124-128.

**Публикации в других изданиях**

1. Иванов-Толмачев И.А., Гончаров Д.В. Вынос грузовой и сортировочной работы за пределы Москвы (на примере станции Белый Раст) // Труды юбилейной десятой научно-практической конференции “Безопасность движения поездов”.–М.:МИИТ, 2009. – С. Х-8.

2. Иванов-Толмачев И.А., Гончаров Д.В. Экономические показатели выноса грузовой и сортировочной работы за пределы крупного города / Неделя науки – 2011 “Наука МИИТа - транспорту” // Труды научно-практической конференции Неделя науки – 2011 “Наука МИИТа - транспорту”.– В двух частях. – М.:МИИТ, 2011.– С. IV-26.

3. Гончаров Д.В. Дополнительные параметры, определяющие эффективность выноса сортировочной и грузовой работы за пределы узла / Неделя науки – 2011 “Наука МИИТа - транспорту” // Труды научно-практической конференции Неделя науки – 2011 “Наука МИИТа - транспорту”.– В двух частях. – М.:МИИТ, 2011.– С. IV-27.

4. Гончаров Д.В. Методика выбора оптимальной конструкции выходной горловины сортировочно-группировочных парков / Неделя науки – 2012 “Наука МИИТа - транспорту” // Труды научно-практической конференции. – М.:МИИТ, 2012.– С. IV-27-IV-28.

Гончаров Дмитрий Владимирович

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МЕСТНОЙ РАБОТЫ СТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ ВЫНОСА СОРТИРОВОЧНОЙ И ГРУЗОВОЙ РАБОТЫ ЗА ПРЕДЕЛЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ

Специальность 05.22.08 – Управление процессами перевозок

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Подписано в печать \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Усл.-печ.л. – 1,5

Формат 60х84 /16

Тираж 80 экз. Заказ №\_\_\_

127997, Москва, ГСП-4, ул. Образцова, 9, стр. 9, УПЦ ГИ МИИТ