

На правах рукописи



АБДУЛЛАЕВ ИЛЬДАР САЛИМОВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ
ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ**

05.22.08 – Управление процессами перевозок

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва 2016

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор

Пазойский Юрий Ошарович

Официальные оппоненты:

Числов Олег Николаевич - доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения», кафедра «Станции и грузовая работа», заведующий кафедрой;

Четчуев Максим Владимирович - кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра «Железнодорожные станции и узлы», доцент.

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

Защита состоится «28» декабря 2016 г. в 15.00 на заседании диссертационного совета Д 218.005.14 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II» по адресу: 127994, г.Москва, ул. Образцова, д.9, стр.9, ауд. 2505.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте МГУПС (МИИТ), www.mii.ru.

Автореферат разослан «24» ноября 2016г.

Учёный секретарь
диссертационного совета



Сидоренко Валентина Геннадьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. С 2014 года и до настоящего времени, согласно данным Дирекции железнодорожных вокзалов - филиала ОАО «РЖД», в нашей стране наблюдается увеличение пассажиропотока на основных направлениях в среднем на 5% ежегодно. Это связано, прежде всего, с ростом населения городов и областных агломераций. Для того, чтобы удовлетворить потребность в перевозках растущего числа пассажиров, необходимо увеличивать количество поездов, их вместимость, рационализировать технологию обработки поездов на конечных станциях. А это, зачастую, невозможно реализовать без развития пассажирских станций, как в технологическом, так и в техническом отношении.

В городах, где начинались и заканчивались железнодорожные линии, пассажирские станции проектировались тупикового типа. По мере заселения и застройки районов вблизи железнодорожных вокзалов пассажирские станции оказались зажаты городской инфраструктурой, что вызывает значительные трудности при необходимости увеличения пропускной способности станций.

Степень разработанности темы исследования. Анализ теоретических исследований и предложений различных авторов показал детальную проработку вопросов аналитического расчета путевого развития пассажирских станций и технического оснащения пассажирских технических станций. Среди исследователей, предложивших методы расчёта количества путей на пассажирских технических станциях, следует отметить К.Ю. Скалова, П.В. Бартенева, Л.М. Куперштоха, И.Е. Савченко, Н.В. Правдина, И.А. Елового, В.Т. Бушева. В области теории проектирования и реконструкции пассажирских и пассажирских технических станций актуальными являются работы Н.В. Правдина, Ю.И. Ефименко, О.Н. Числова, А.В. Сугоровского, М.В. Четчуева, А.К. Головнича. Среди исследователей технологических аспектов работы

пассажирских станций следует выделить Ф.П. Кочнева, П.А. Козлова, В.Г. Шубко, Ю.О. Пазойского, С.П. Вакуленко, П.В. Голубева.

Однако задачи разработки мероприятий по увеличению пропускной способности пассажирских станций в условиях развития городской инфраструктуры в прямой постановке исследований по данному вопросу не встречалось.

Целью исследования диссертационной работы является разработка комплекса мероприятий по увеличению пропускной способности пассажирских станций в условиях развития городской инфраструктуры и повышения объемов работы, а также программы его внедрения в практику работы железных дорог.

Задачи исследования:

- анализ развития и современного состояния пассажирских станций, а также теоретических исследований в данной области;
- анализ схем и технологии работы пассажирских и пассажирских технических станций зарубежных железных дорог;
- классификация пассажирских станций России и определение области применения мероприятий по развитию пассажирских станций;
- разработка комплекса мероприятий по развитию пассажирских станций и оценка их эффективности;
- разработка имитационной модели работы пассажирской станции для расчета ее пропускной способности и анализа эффективности внедрения мероприятий по увеличению ее мощности;
- формирование метода технико-экономического обоснования выбора рационального варианта развития пассажирской станции.

Научная новизна. В диссертации впервые:

- показано, что разработанный комплекс мероприятий по развитию пассажирских станций позволит получить желаемый результат;

– предложена классификация пассажирских станций, отличающаяся от известных учетом факторов, влияющих на внедрение мероприятий по развитию, а также определена область применения комплекса мероприятий;

– показана эффективность использования инфраструктуры пассажирских станций при применении методики увязки составов разных назначений в общий оборот для пассажирских поездов;

– при помощи разработанного алгоритма расчета пропускной способности пассажирской станции методом имитационного моделирования обоснована эффективность внедрения мероприятий по развитию пассажирских станций;

– показана эффективность работы пассажирской станции после строительства второго уровня перронных путей на основе сформированной имитационной модели;

– предложен метод оценки социально-экономической эффективности внедрения мероприятий по реконструкции пассажирских станций.

Теоретическая и практическая ценность исследования:

– разработан комплекс мероприятий по развитию пассажирских станций в условиях развития городской инфраструктуры;

– предложена методика увязки составов пассажирских поездов разных назначений в общий оборот с целью сокращения потребного числа путей на пассажирской станции;

– разработан алгоритм расчета пропускной способности пассажирской станции методом имитационного моделирования, а на его основе - имитационная модель работы пассажирской станции, позволяющая определить «узкие» места в ее работе;

– сформирована модель пассажирской станции после строительства второго уровня перронных путей.

Полученные в диссертационной работе результаты могут быть использованы проектными и научными организациями для развития пассажирских и пассажирских технических станций, а также ОАО «РЖД» в части применения мероприятий по оптимизации технологии работы пассажирских станций.

Методология и методы исследования. Для решения поставленных задач в диссертации использованы аналитический метод расчета пропускной способности пассажирских станций, метод имитационного моделирования работы пассажирских станций, методы математического программирования, экспертных оценок, а также методика «ЮНИДО» для сравнительной экономической оценки инвестиционных проектов.

Материалами для исследования явились результаты обследования существующих станций, действующие нормативные документы по проектированию станций, проекты реконструкции и развития пассажирских и пассажирских технических станций.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Современные принципы разработки комплекса мероприятий по увеличению пропускной способности пассажирских станций и программы внедрения с учетом их технического состояния и технологии работы.

2. Техничко-технологическая эффективность использования инфраструктуры пассажирских станций при применении методики увязки составов разных назначений в общий оборот для пассажирских поездов.

3. Техничко-экономическое обоснование выбора рационального варианта развития пассажирской станции на основе имитационного моделирования ее работы.

Реализация результатов исследования. Результаты, полученные в диссертации, использованы ОАО «Мосгипротранс» для обоснования проектных решений по развитию станции Москва-Пассажирская Октябрьской железной дороги по титулу строительства 4 главного пути.

Предложенный метод увеличения пропускной способности пассажирских станций используется в учебном процессе МГУПС (МИИТ) при подготовке специалистов в области эксплуатации железных дорог.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные положения диссертации докладывались и получили одобрение на:

- международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию кафедр «УЭР» и «ЖДСУ» МГУПС (Москва, МГУПС, 2014 г.);
- заседаниях кафедры «Железнодорожные станции и узлы» МГУПС (2011-2016 гг.);
- заседании кафедры «Железнодорожные станции и узлы» ПГУПС (2016 г.).

Публикации. Основное содержание диссертации изложено в 3 публикациях общим объемом 0,75 п. л. в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников (115 наименований) и девяти приложений. Основное содержание работы изложено на 174 страницах машинописного текста, содержит 19 таблиц и 53 рисунка. Приложения представлены на 9 листах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель, определены основные задачи, направления и методы исследования.

Первая глава диссертации посвящена обзору возникновения и развития пассажирских станций, анализу теоретических исследований по вопросам проектирования и развития пассажирских станций, а также особенностям схем и технологии работы пассажирских и пассажирских технических станций на зарубежных железных дорогах.

Анализ зарубежного опыта подготовки пассажирских составов в рейс свидетельствует о наличии двух основных подходов. Один из них,

нашедший применение на железных дорогах США, характеризуется стремлением к концентрации выполнения всех операций с составами на одних и тех же путях без перестановки их в процессе обработки. Второй подход, получивший применение на железных дорогах Европы, предусматривает создание специализированных парков для выполнения отдельных операций с составами. Второй подход более приемлем для железных дорог России, поскольку обеспечивает экономию средств от глобальной реконструкции пассажирских станций крупных городов с учетом их зажатости городской инфраструктурой, хотя и вызывает необходимость маневров по перестановке составов. Кроме того, зарубежный опыт показывает возможность размещения станционных путей в разных уровнях. Особенность второго подхода и зарубежный опыт учтены при разработке мероприятий по увеличению пропускной способности пассажирских станций.

Во второй главе дан анализ современного состояния пассажирских станций России, предложена классификация пассажирских станций в зависимости от факторов, влияющих на их развитие (характеристика населенного пункта, тип станции, наличие локомотивного и вагонного хозяйства), разработан комплекс мероприятий по устранению «узких» мест в работе пассажирских станций.

Анализ технического оснащения пассажирских станций и технологий их работы на примере Московского, Санкт-Петербургского и Челябинского железнодорожных узлов показал, что основные проблемы, препятствующие увеличению размеров движения, характерны для всех станций. Это, прежде всего:

- недостаточное путевое развитие станций;
- недостаточная электрификация путей в технических парках;
- недостаточное количество пассажирских обустройств (высоковольтных колонок, колонок для подзарядки аккумуляторных батарей, водоразборных колонок и т.д.) в технических парках.

Все пассажирские станции России (51 пассажирская станция и 3 пассажирских технических станции) в зависимости от факторов, влияющих на внедрение мероприятий по их развитию (тип станции, характеристика населенного пункта, наличие локомотивного и вагонного хозяйства), можно классифицировать на 5 видов:

1) тупиковые станции, расположенные в мегаполисах, являющиеся пунктом смены локомотивов и пунктом формирования (оборота) пассажирских поездов (11 станций);

2) тупиковые станции, являющиеся пунктом смены локомотивов и пунктом формирования (оборота) пассажирских поездов (3 станции);

3) сквозные станции, расположенные в мегаполисах, являющиеся пунктом смены локомотивов и пунктом формирования (оборота) пассажирских поездов (16 станций);

4) сквозные станции, являющиеся пунктом смены локомотивов и пунктом формирования (оборота) пассажирских поездов (16 станций);

5) сквозные станции, не являющиеся пунктом смены локомотивов и пунктом формирования (оборота) пассажирских поездов (8 станций).

Анализ показал, что в первую очередь увеличения мощности требуют тупиковые станции, расположенные в мегаполисах, являющиеся пунктом смены локомотивов и пунктом формирования (оборота) пассажирских поездов.

Мероприятия по развитию пассажирских станций целесообразно разделить на 3 основных группы (таблица 1).

Таблица 1

Мероприятия по развитию пассажирских станций

№ п/п	Группа мероприятий	Мероприятие
1	Совершенствование технологии работы станции (как правило, не	Перестановка составов из технического парка вагонами вперед на перронный путь и уборка состава с перронного пути вагонами вперед в технический парк поездными локомотивами

	требующее финансовых вложений)	Выдача бланков предупреждений на поезда через работников локомотивного комплекса
		Использование путей грузовых и сортировочных станций для отстоя пассажирских вагонов
		Создание технологического взаимодействия пассажирских станций с прилегающими грузовыми станциями
		Увязка составов пассажирских поездов в общий оборот
2	Внедрение новых технических средств и реконструкция станции (с вложением денежных средств, но без изменения принципиальной схемы станции)	Укладка дополнительных съездов
		Замена имеющихся одиночных стрелочных переводов перекрестными
		Увеличение количества и длины перронных путей и путей в технических парках
		Оборудование путей в парке отстоя вагонов колонками для опробования автотормозов, колонками для зарядки аккумуляторных батарей
		Электрификация путей в технических парках
3	Развитие инфраструктуры пассажирской станции за счет реконструкции с изменением ее принципиальной схемы (требующее значительных капиталовложений)	Переустройство грузовых станций для обслуживания составов пассажирских поездов после выноса грузовой работы на сортировочные станции, обусловленного развитием города
		Строительство дополнительных перронных путей на прилегающей грузовой станции или второго уровня над существующими перронными путями

Перечисленные выше группы мероприятий указаны в той последовательности, в которой они должны проводиться, в соответствии с общепринятым подходом «от простого к сложному».

Третья глава диссертации посвящена вопросу создания имитационной модели работы пассажирской станции для расчета ее пропускной способности и оценке эффективности внедряемых мероприятий.

Мероприятия 1-й группы (совершенствование технологии работы станции) рекомендуется внедрять систематически, при этом постоянно анализируя технологию работы станции и проводя работу по ее рационализации, так как это не требует значительных финансовых затрат. В качестве примера внедрения мероприятия 1-й группы в диссертации рассмотрена увязка составов пассажирских поездов разных назначений в общий оборот с целью сокращения потребного числа путей на пассажирской станции.

Задача увязки составов пассажирских поездов в оборот состоит в увязке «ниток» графика движения в замкнутый контур маршрутов с минимальным количеством потребного числа путей на пассажирской станции. При этом необходимо учитывать типовые нормативы времени на подготовку пассажирских составов своего формирования и по обороту, схемы поездов (композиции составов), статус поезда (как правило, «брендовые» поезда не увязывают в оборот с другими поездами), принадлежность состава (составы разных собственников не увязываются в единый оборот). В общий оборот могут увязываться только составы идентичных или близких по композиции схем.

Если обозначить число составов, простаивающих на пассажирской станции на начало суток, переменной k , то после каждого прибытия поезда с учётом времени оборота число составов, находящихся на станции, будет увеличиваться на единицу, а после каждого отправления – уменьшаться на единицу. Этим определяется количество простаивающих на станции составов для каждого временного отрезка. Наименьшее число составов, простаивающих на станции, должно быть равно 0, так как в противном

случае это приведёт к необоснованному увеличению потребного числа составов, обращающихся на полигоне (рисунок 1).

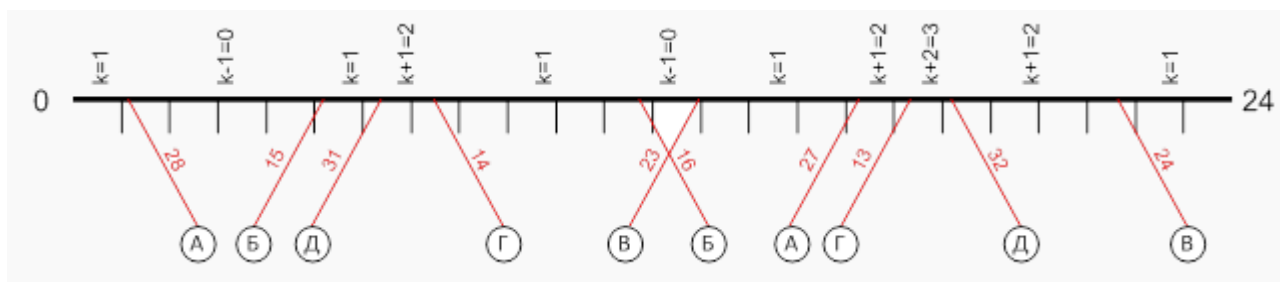


Рисунок 1 - Фрагмент графика движения поездов по пассажирской станции с определенным количеством простаивающих составов на станции

Временной отрезок, в течение которого на станции отсутствует простой составов, называется нулевым отрезком. Расписание прибытия поезда (с учётом нормы оборота) на станцию оборота может быть увязано с расписанием отправления только в том случае, когда линия увязки этих расписаний не проходит через нулевой отрезок. Первоначально требуется увязать расписания поездов одного назначения, если это возможно. Это обеспечит лучшие условия для работы поездных бригад и сравнительно простую технологию работы с пассажирскими поездами. После этого увязываются в оборот остальные расписания пассажирских поездов разных назначений.

Пример графика увязки составов поездов в общий оборот на пассажирской станции полигона представлен на рисунке 2.

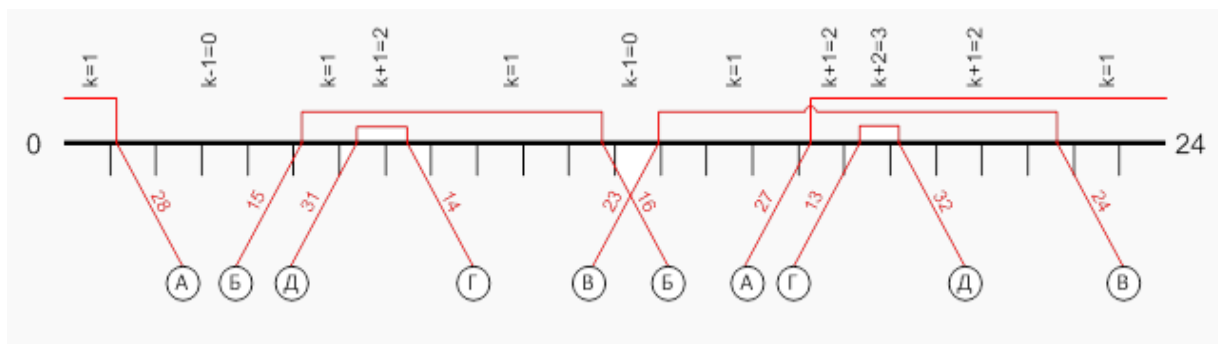


Рисунок 2 - График увязки составов пассажирских поездов в общий оборот на пассажирской станции полигона

Математическая модель рассматриваемой задачи представляет собой задачу об оптимальных назначениях, заключающуюся в минимизации суммарных составо-часов простоя поездов на пассажирской станции.

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{ij}^{k\alpha} x_{ij}^{k\alpha} \rightarrow \min \quad (1)$$

при следующих ограничениях:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_{ij}^{k\alpha} &= 1, \quad \forall j = \overline{1, n} \\ \sum_{j=1}^n x_{ij}^{k\alpha} &= 1, \quad \forall i = \overline{1, n} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\text{где булевские переменные } x_{ij}^{k\alpha} = \begin{cases} 1, & \text{если } t_i^k + t_{06}^k \text{ увязано с } T_j^\alpha \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3)$$

Время простоя составов на станции

$$T_{ij}^{k\alpha} = \begin{cases} T_j^\alpha - t_i^k, & \text{если } T_j^\alpha \geq t_i^k + t_{06}^k \\ 24 - (t_i^k - T_j^\alpha), & \text{если } T_j^\alpha < t_i^k + t_{06}^k, \end{cases} \quad (4)$$

где

t_i^k , T_j^α – расписания прибытия и отправления поездов k -го и α -го назначений на пассажирскую станцию;

t_{06}^k – технологическая норма оборота составов k -го назначения.

Специальный вид матрицы системы ограничений (2) позволяет сделать вывод о том, что минимум суммарного простоя составов пассажирских поездов и соответствующего потребного числа путей на пассажирской станции достигается при минимуме числа составов, находящихся на станции в момент разреза графика движения.

Пример увязки составов поездов в общий оборот без соблюдения ограничения по парности по станции Москва-Пассажирская-Казанская дает высвобождение двух путей.

После внедрения комплекса мероприятий по рационализации технологии работы станции через определенный промежуток времени (это зависит от разных факторов: регион, первоначальное техническое состояние станции, результативность внедренных мероприятий 1-й группы, маркетинговые исследования изменения пассажиропотока, политика перевозочной компании и т.д.) возникнет необходимость внедрения новых технических средств и совершенствования путевого развития станции. Все мероприятия технического характера можно условно разбить на 3 подгруппы в соответствии с 3-мя элементами станции (далее – система):

- относящиеся к повышению пропускной способности перронных путей;
- относящиеся к повышению пропускной способности горловин;
- относящиеся к повышению пропускной способности технических парков.

При необходимости внедрения очередного мероприятия (группы мероприятий) по увеличению пропускной способности станции необходимо выявить «узкое» место в технологии ее работы. Для этого возможно применение или аналитического метода расчета пропускной способности пассажирской станции, или метода имитационного моделирования. На основании проведенных расчетов выбираются мероприятия по устранению «узких» мест.

Применение метода имитационного моделирования заключается в определении параметров работы пассажирской станции (пропускная способность станции, загрузка элементов станции и т.д.) при вариации таких исходных данных, как приоритет маршрутов, станционные интервалы и т.д. Метод имитационного моделирования позволяет определить «узкие» места в работе станции при взаимодействии ее

элементов.

Так как основная часть мероприятий по развитию пассажирских станций направлена на минимизацию времени нахождения поездов на перронных путях, был проведен анализ зависимости пропускной способности горловины и перронных путей пассажирской станции от времени стоянки поезда на перронном пути.

Алгоритм расчета пропускной способности пассажирских станций методом имитационного моделирования представлен на рисунке 3 для 3 фрагментов, состоящих из перронных путей и горловины произвольной пассажирской станции (рисунки 4 - 6). Результаты расчетов показаны на графиках зависимости пропускной способности горловины и перронных путей пассажирской станции от времени стоянки поезда на перронном пути (рисунок 7). Время стоянки поезда обусловлено технологическими операциями на перронных путях пассажирской станции (посадка-высадка пассажиров, отцепка почтово-багажных вагонов и т.д.) и «враждебностью» маршрутов при отправлении или перестановке поезда из-за занятости горловины. Максимальное значение стоянки поезда на перронном пути составляет 3 часа, что обусловлено необходимостью отстоя составов на перронных путях конечных пассажирских станциях в связи с технологическими затруднениями (большой объем работы по формированию поездов в технических парках), что наблюдается довольно часто. В качестве расчетного периода предлагается принять сутки, не учитывая потребности перевозочных компаний и внутрисуточную неравномерность, а не «пиковые» периоды так как это даст объективную картину максимальной производственной мощности пассажирской станции.

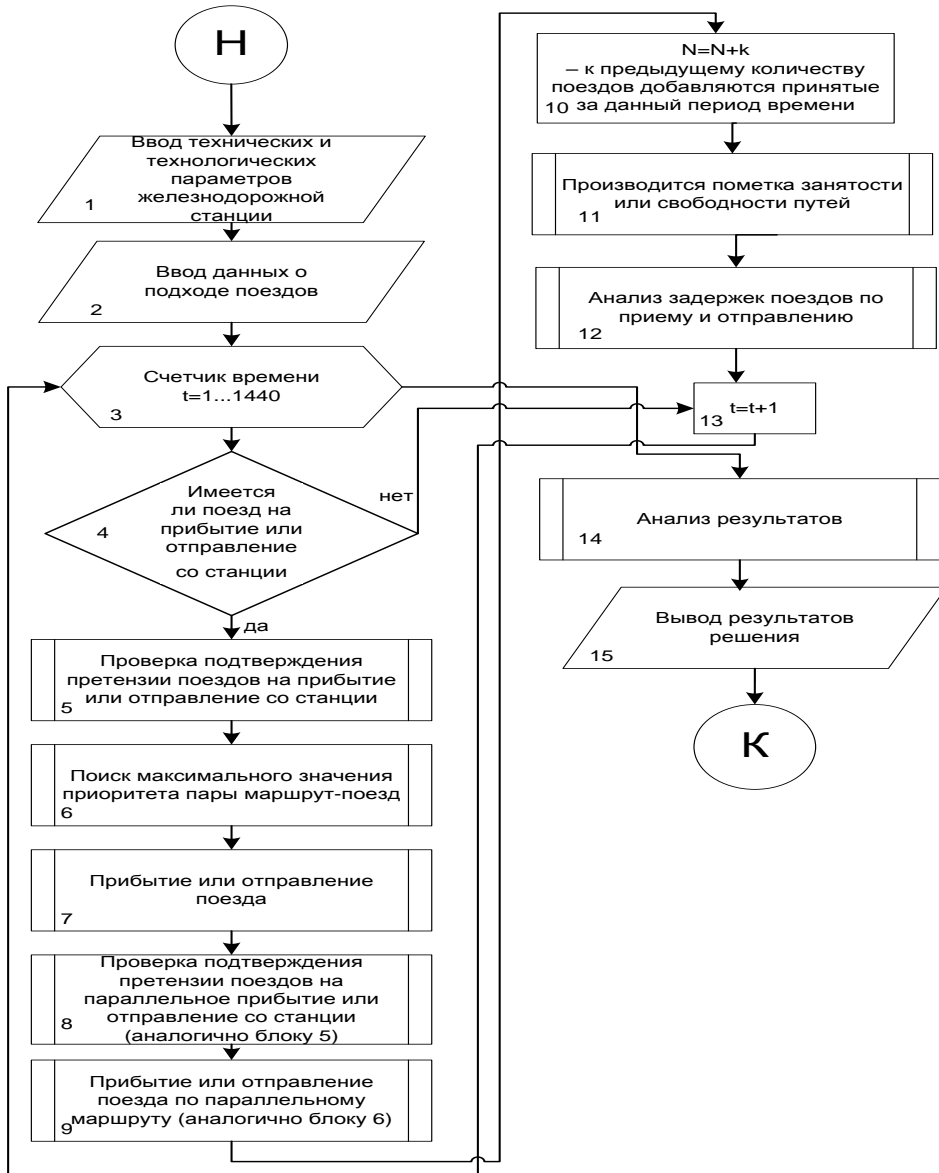


Рисунок 3 - Алгоритм расчета пропускной способности пассажирской станции методом имитационного моделирования

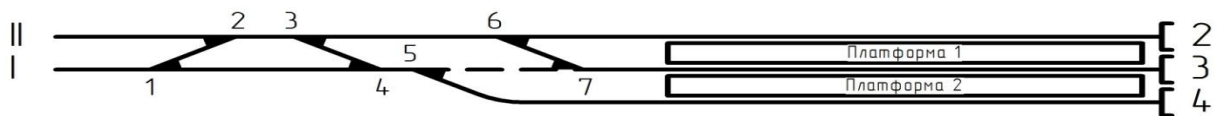


Рисунок 4 - Фрагмент схемы произвольной пассажирской станции с 3-мя перронными путями (схема №1)

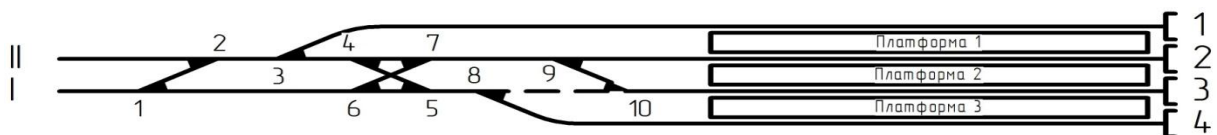


Рисунок 5 - Фрагмент схемы произвольной пассажирской станции с 4-мя перронными путями (схема №2)



Рисунок 6 - Фрагмент схемы произвольной пассажирской станции с 5-ю перронными путями (схема №3)

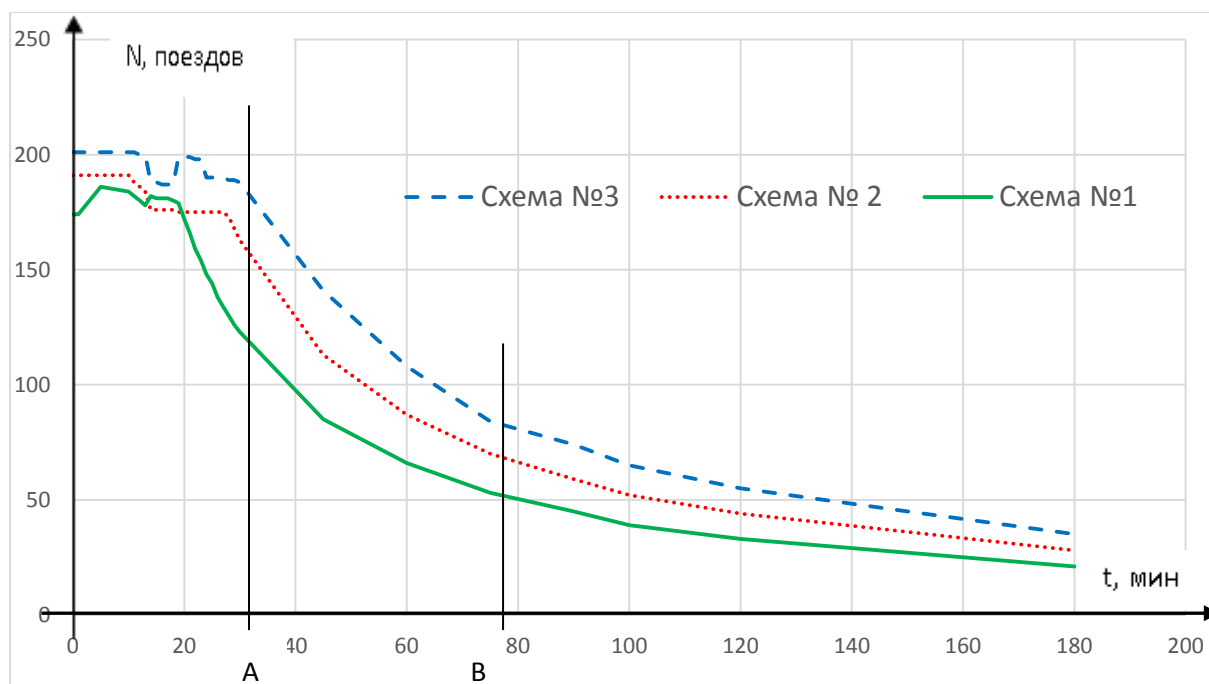


Рисунок 7 - Зависимость пропускной способности горловины и перронных путей пассажирской станции от времени стоянки поезда на перронном пути

Из полученной зависимости (рисунок 7) видно, что сокращение времени стоянки на перронном пути дает желаемый результат (повышение пропускной способности пассажирской станции) лишь до определенного предела «А» (27 минута). При дальнейшем сокращении времени стоянки пропускная способность станции не увеличивается. Это указывает на то, что лимитирующим элементом станции становится горловина (задержка поезда по отправлению вызвана занятостью горловины из-за приема поезда «враждебным» маршрутом). После 75-й минуты графики зависимостей всех трех схем имеют более пологий вид (рисунок 7), интенсивность роста пропускной способности пассажирской станции от

уменьшения времени стоянки поезда незначительная, что также говорит о незначительной эффективности возможных результатов при сокращении времени стоянки до 75-й минуты (предел «В»). Следовательно, наибольшим эффектом обладают те мероприятия по развитию пассажирских станций, которые позволят снизить время стоянки поезда в диапазоне А-В. В качестве примера расчета ожидаемого эффекта от внедрения мероприятий рассмотрены некоторые из них (таблица 2) применительно к условным схемам (рисунки 4 – 6) со следующими комментариями.

1) Время сокращения интервала стоянки поезда взято, исходя из анализа работы пассажирских станций Московского и Санкт-Петербургского железнодорожных узлов.

2) Пропускная способность рассчитана за сутки для одной категории поезда.

3) Ожидаемый эффект рассчитан, исходя из внедрения каждого мероприятия отдельно. Совмещение их возможно, ожидаемый суммарный эффект в данном случае надо анализировать отдельно. Например, при подаче составов на перрон поездными электровозами (сокращение интервала стоянки 15 минут) и выдаче предупреждений через работника локомотивного депо (сокращение интервала стоянки 15 минут) суммарное время сокращения интервала стоянки составит 25 минут с учетом времени перестановки состава из парка на перронный путь (5 минут).

4) При строительстве дополнительных перронных путей и съездов для расчета взят интервал стоянки 45 минут.

5) При строительстве дополнительного перронного пути при схеме №1, получим схему №2, при схеме №2 – схему №3.

Таблица 2

Ожидаемый эффект от внедрения мероприятий по увеличению пропускной способности перронных путей и горловин пассажирских станций с применением алгоритма расчета методом имитационного моделирования

№ п/п	Мероприятие	Сокращение минимального интервала стоянки, мин	Схема №3			Схема №2			Схема №1			Повышение пропускной способности, %
			Пропускная способность до внедрения мероприятия, пар поездов	Пропускная способность после внедрения мероприятия, пар поездов	Ожидаемый эффект, %	Пропускная способность до внедрения мероприятия, пар поездов	Пропускная способность после внедрения мероприятия, пар поездов	Ожидаемый эффект, %	Пропускная способность до внедрения мероприятия, пар поездов	Пропускная способность после внедрения мероприятия, пар поездов	Ожидаемый эффект, %	
1	Выдача предупреждений через работников локомотивного депо	15	141	188	33	113	163	44	85	123	45	33-45
2	Подача составов на перрон поездными локомотивами	15	141	188	33	113	163	44	85	123	45	33-45
3	Совместная реализация мероприятий №1 и №2	25	141	199	41	113	175	55	85	172	102	41-102
4	Использование путей прилегающих грузовых станций	25	141	199	41	113	175	55	85	172	102	41-102
5	Строительство дополнительных перронных путей	-	141	-	25	113	-	33	85	-	-	25-33
6	Укладка дополнительного съезда (на рис. 4-6 - пунктиром)	-	141	159	13	113	129	14	85	97	14	13-14

Экономический эффект от увеличения пропускной способности пассажирских станций, можно разделить на две составляющих: экономический эффект, полученный предприятием железнодорожного транспорта ($\Delta\Pi$), и региональный эффект, который выражается в приросте регионального валового продукта ($\DeltaРВП$):

$$\Sigma Э = \Delta\Pi + \DeltaРВП \quad (5)$$

Главными факторами изменения эффективности в сфере железнодорожного транспорта, зависящими от пропускной способности пассажирской станции, являются изменение пассажиропотока, скорости и надежности доставки людей, комфортности поездки.

Суммарный годовой экономический эффект от внедрения мероприятий по увеличению пропускной способности пассажирской станции можно представить в виде формулы:

$$\Sigma Э = (C_b - C_a) * (\delta A) * A - \frac{Z_{уп} * \delta A}{1 + \delta A} - E_n * K_m + \alpha_{жд} * РВП * (\delta\Pi + \delta A) \quad (6)$$

где C_b – цена билета;

C_a – составляющая себестоимости перевозочной работы, определяемая зависящими от объема работы затратами;

$A, \delta A$ – соответственно количество пассажиров за анализируемый период до проведения мероприятия и относительное изменение количества пассажиров в результате мероприятия;

$Z_{уп}$ – условно-постоянные затраты при выполнении перевозочной работы;

K_m – капиталовложения в реализацию мероприятий по увеличению пропускной способности пассажирской станции;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, определяемый по нижнему пределу срока морального устаревания технологии;

$\alpha_{\text{жд}}$ - доля работников предприятий, пользующаяся услугами железнодорожного транспорта при поездке на работу;

РВП – региональный валовый продукт;

$(\delta\text{Пр} + \delta\text{А})$ – показатель, зависящий от изменения пропускной способности пассажирской станции (сумма относительного изменения производительности труда пассажиров и относительного изменения пассажиропотока).

В качестве примера была рассчитана экономическая эффективность мероприятия по увеличению пропускной способности пассажирской станции при укладке дополнительного перронного пути. В результате суммарный годовой экономический эффект составил 46 млрд. руб. в год, причем региональный эффект составил 66 млрд. руб. в год, а убытки предприятия железнодорожного транспорта, связанные с внедрением мероприятия по увеличению пропускной способности, - 20 млрд. руб.

Таким образом, данное мероприятие выгодно в целом для региона страны, но для предприятия железнодорожного транспорта носит исключительно социальный характер. Поэтому его финансирование должно производиться с участием средств регионального бюджета. Это позволит распределить региональный эффект между транспортным предприятием и промышленностью региона.

В четвёртой главе диссертационной работы изложены дальнейшие перспективы развития пассажирских станций в условиях роста городской инфраструктуры.

В зависимости от степени застройки города вблизи станций, востребованности направлений, тарифной политики перевозочных компаний и других факторов даже после внедрения реконструктивных мероприятий может возникнуть ситуация, когда необходимая пропускная способность будет приближаться к наличной. Решением данной проблемы может быть строительство второго уровня перронных путей с

использованием его для поездов, состоящих из моторвагонного подвижного состава (мероприятие 3-й группы).

Анализ работы пассажирской станции после строительства второго уровня перронных путей методом имитационного моделирования на примере станции Москва-Пассажирская Октябрьской железной дороги показывает, что наличная пропускная способность будет в полной мере отвечать требованиям прогнозного поездопотока.

На основе технико-экономических расчетов при использовании методики «ЮНИДО» видно, что наиболее эффективным будет являться проект строительства второго уровня перронных путей с полным задействованием инфраструктуры прилегающей грузовой станции Москва-Товарная (таблица 3).

Таблица 3

Интегральная оценка эффективности проекта

Показатель	Проект без задействования прилегающей грузовой станции	Проект с задействованием прилегающей грузовой станции	Коэффициент значимости, а _к
Индекс рентабельности	8,1	7,6	2
Чистый дисконтированный доход, млрд. руб	82,958	164,097	4
Время окупаемости, лет	3,7	3,9	3
Внутренняя норма доходности	0,53	0,52	1
Интегральная оценка эффективности	2,3	4	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В диссертационной работе проведен анализ технического оснащения пассажирских станций и технологий их работы Московского, Санкт-Петербургского и Челябинского железнодорожных узлов, который позволил сделать вывод, что основные проблемы, препятствующие

увеличению размеров движения, характерны для всех станций. Прежде всего, это:

- недостаточное путевое развитие станций;
- недостаточная электрификация путей в технических парках;
- недостаточное количество пассажирских обустройств (высоковольтных колонок, колонок для подзарядки аккумуляторных батарей, водоразборных колонок и т.д.) в технических парках.

2. На основе выявленных проблем работы станций как технического, так и технологического характера разработаны мероприятия по развитию пассажирских станций, которые можно разделить на 3 основных группы:

1) мероприятия по совершенствованию технологии работы станции (не требующие финансовых вложений);

2) мероприятия по внедрению новых технических средств и реконструкции станции (с вложением денежных средств, но без изменения принципиальной схемы станции);

3) мероприятия, связанные с развитием инфраструктуры пассажирских станций за счет реконструкции с изменением принципиальной схемы станции (требующие значительных капиталовложений).

3. Для реализации мероприятий по увеличению пропускной способности пассажирских станций был предложен и обоснован алгоритм, который сводится к следующему набору действий:

- определение «узкого» места (перронные пути, горловина или технические парки);
- внедрение мероприятий 1-й группы;
- если мероприятия 1-й группы исчерпаны, то внедрение мероприятий 2-й группы (для оценки их технологической эффективности предлагается использовать алгоритм расчета пропускной способности станции методом имитационного моделирования);

- если мероприятия 1-й и 2-й групп исчерпаны, то внедрение мероприятий 3-й группы.

4. Для экономической оценки необходимости реализации мероприятия по увеличению пропускной способности пассажирской станции в диссертационной работе предложен метод оценки социально-экономической эффективности внедряемого мероприятия, который учитывает следующие эффекты:

- 1) повышение производительности труда пассажиров при увеличении комфортности и сокращении времени пребывания в пути;
- 2) дополнительный приток пассажиров с других видов транспорта при условии более высокой надежности и безопасности железнодорожных перевозок;
- 3) изменение бюджетной эффективности в силу роста РВП.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Список трудов, опубликованных в изданиях, входящих в перечень, рекомендованных ВАК РФ:

1. Абдуллаев, И. С. Перспективы развития пассажирских станций / И.С. Абдуллаев // Мир транспорта. – 2015. - №5. - С. 160-164;
2. Абдуллаев, И. С. Определение «узких» мест в работе пассажирских станций / И.С. Абдуллаев // Наука и техника транспорта. – 2015. - №3. - С. 36-38;
3. Абдуллаев, И.С. Региональная экономическая эффективность внедрения мероприятий по увеличению пропускной способности пассажирских станций / А.Т. Романова, И.С. Абдуллаев // Транспортное дело России. – 2016г. - №2. - С. 208-211.