

На правах рукописи



ВАСИЛЬЕВ АЛЕКСАНДР ГЕННАДЬЕВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРИГОРОДНЫХ И МЕЖДУГОРОДНЫХ
ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗКОК НА БАЗЕ АСУ**

05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург – 2012

Работа выполнена на кафедре экономики транспорта и логистики
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Научный руководитель доктор технических наук, профессор,
Ковалев Рудольф Николаевич

Официальные оппоненты: **Михайлов Александр Юрьевич**,
доктор технических наук, профессор кафедры
«Менеджмент и логистика на автомобильном
транспорте» ФГБОУ ВПО «Иркутский
государственный технический университет»;

Ляпустин Павел Константинович,
кандидат технических наук, доцент, заведующий
кафедрой «Управление на автомобильном
транспорте» ФГБОУ ВПО «Ангарская
государственная техническая академия».

Ведущая организация: ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный
университет им. Б.Н. Ельцина»

Защита диссертации состоится **22 июня 2012 г. в 15:00** часов на заседании
диссертационного совета Д 212.073.04 при ФГБОУ ВПО «Иркутский госу-
дарственный технический университет» по адресу: г.Иркутск, ул. Лермонто-
ва, 83, корпус «К», конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Иркутский
государственный технический университет».

Автореферат диссертации разослан 21 мая 2012 г.

Отзывы на автореферат (два экземпляра, заверенные организацией) направ-
лять в адрес диссертационного совета:

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Д 212.073.04;

e-mail: **ds04@istu.edu;**

факс: **(3952) 405085**

Учёный секретарь диссертационного совета
докт. техн. наук, профессор

 Н.Н. Страбыкин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Нерешенность многих проблем пригородного и междугородного пассажирского автомобильного транспорта страны ведет к сокращению количества перевозимых пассажиров: в период с 2000 по 2008 годы количество перевезенных пассажиров на пригородных маршрутах сократилось на 58,8%, на междугородных – на 14,3%. Сокращение объемов пассажирских перевозок приводит к снижению экономической эффективности пассажирских перевозок и, как следствие, вызывает повышение тарифов, либо сокращение количества регулярных маршрутов.

Анализ отечественных публикаций позволяет сделать вывод, что последние два десятилетия, в новых социально-экономических условиях, внимание ученых и специалистов в области организации пассажирских перевозок автомобильным транспортом было сосредоточено на проблемах транспортного обслуживания городов. В этой связи автор выбрал темой своего исследования повышение качества междугородных и пригородных перевозок. По мнению автора одним из самых эффективных инструментов повышения качества междугородных и пригородных перевозок является оптимизация структуры автобусного парка. При этом оптимизация структуры автобусного парка понимается как установление оптимального соотношения количества автобусов разных классов.

Повышение эффективности работы междугородного и пригородного пассажирского автомобильного транспорта возможно за счет повышения эффективности управления системой междугородного и пригородного транспорта, связанной с сетью автовокзалов и автостанций. Учитывая социальную значимость пассажирского транспорта, исследование существующей системы управления, ее оценка и обоснование необходимых изменений является актуальной научно-практической задачей, решение которой позволит значительно повысить качество, эффективность и безопасность пассажирских перевозок.

Рабочая гипотеза состоит в том, что, основанная на мощности пассажиропотоков модель оптимизации структуры автобусного парка позволит повысить качество междугородных и пригородных перевозок и сократить их себестоимость.

Целью работы является повышение эффективности и качества пригородных и междугородных перевозок на основе применения автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП) автовокзалов.

Объект исследования – процесс перевозки пассажиров на регулярных маршрутах междугородного и пригородного пассажирского автомобильного транспорта.

Предметом исследования являются параметры, характеризующие процесс передвижения пассажиров на регулярных маршрутах междугородного и пригородного пассажирского автомобильного транспорта.

Цель работы потребовала решения следующих **задач**:

1. Научно обосновать модели:
 - оптимального количества подвижного состава различных классов;
 - расчета максимального потока клиентов;
 - расчета пропускной способности перронов автовокзала.
2. На основе предложенных моделей разработать методики: оптимизации количества подвижного состава и расчета пропускной способности автобусного вокзала.
3. Выполнить производственную проверку разработанных моделей и методик и дать им технико-экономическую оценку.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечены репрезентативными выборками статистических данных, строгостью исходных предпосылок, применяемой теоретической моделью, использованием симплекс метода решения оптимизационных задач, верификацией результатов экспериментов с использованием распространенных статистических критериев, использованием новейших библиотек статистической обработки данных и оптимизации среды MS Excel.

Научную новизну работы составляют:

1. Результаты исследования пространственной неравномерности пассажиропотоков на пригородных и междугородных перевозках при помощи графического метода.
2. Оптимизационная модель необходимого количества автобусов каждого класса в зависимости от мощности пассажиропотока.
3. Методика расчета максимального потока клиентов, который способны пропустить кассы автовокзала без создания очередей, в зависимости от времени обслуживания одного пассажира, а также пути повышения пропускной способности касс автовокзала за счет использования внешних продаж.
4. Методика расчета пропускной способности перронов автовокзала в зависимости от времени обслуживания одного автобуса.
5. Алгоритм работы АСУ ТП «Пассажирские перевозки»

Практическую значимость исследования представляют:

Разработанная и обоснованная модель расчета оптимального количества подвижного состава позволяет пассажирским АТП сокращать количество единиц подвижного состава, используемого на маршрутной сети при обеспечении бесперебойности транспортного процесса. Внедрение модели на предприятиях позволит сократить себестоимость пассажирских перевозок, а органам исполнительной власти, организующим пассажирские перевозки – поможет оптимизировать существующую автобусную маршрутную сеть.

Предлагаемая методика расчета необходимого количества касс и перронов автовокзала может быть использована проектными организациями при проекти-

ровании автовокзалов, а также руководителями автовокзалов при планировании работы служб.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Определение количества автобусов каждого класса необходимо выполнять с использованием оптимизационной модели, учитывающей себестоимость перевозки, вместимость автобусов, величину и пространственно-временное распределение пассажиропотоков..
2. Для определения максимального потока клиентов, обслуживаемого кассами автовокзала предлагается дополнительно использовать следующие параметры: среднее время обслуживания одного пассажира, количество кассиров, их профессиональные способности, учитываемые поправочным коэффициентом.
3. Для определения пропускной способности перронов автовокзала предлагается учитывать следующие параметры: количество перронов, количеством автобусов разных классов и время обслуживания автобусов разных классов.

Апробация результатов работы:

Основные положения диссертационной работы и результаты исследований докладывались и обсуждались на: III - VI Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России» (УГЛТУ, Екатеринбург, 2007 - 2010), Всероссийской научно-практической конференции «Инфокоммуникационное обеспечение процессов и систем менеджмента: тенденции, проблемы и перспективы» (Волгоград, 2009), VI Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные технологии в образовании, экономике и управлении» (Воронеж, 2009), VI Международной научно-технической конференции «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств» (Пенза, 2010), Международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований» (Одесса, 2010), VII Международной научно-практической конференции «Актуальные опросы современной науки» (Таганрог, 2010), II Международной научно-практической конференции «Современные проблемы гуманитарных и естественных наук» (Москва, 2010), Международной научно-практической конференции «Современные малые города: проблемы и перспективы развития» (Ярославль – Ивантеевка, 2010), Межвузовской конференции «Вопросы проектирования и эксплуатации наземного колесного транспорта» (Тверь, 2010), Международной научно-технической конференции «Транспортные и транспортно-технологические системы» (Тюмень, 2010), VII Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Наука и молодежь – 2010» (Барнаул, 2010), V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования» (Омск, 2010), XVIII Международной конференции молодых

ученых по приоритетным направлениям развития науки и техники (Екатеринбург, 2010), 69 Межрегиональная конференция «Актуальные проблемы современной науки, техники и образования» (Магнитогорск, 2011).

Реализация результатов работы:

Результаты исследований внедрены в технологическом процессе работы ООО «Немезида инвест» и ООО «Агросервис» (г.Екатеринбург), где рационализированы графики работы касс. На Северном автовокзале Екатеринбурга (ИП Ильяшенко С.Ю.) расписание новых рейсов согласовывается исходя из методики пропускной способности перронов автовокзалов.

Модель оптимизации количества единиц подвижного состава реализована на следующих регулярных маршрутах: № 818 «Екатеринбург - Североуральск» (ИП Соколов В.В.), № 640 «Нижний Тагил – Екатеринбург» (ООО «СТК «Строитель-Т»), № 126 «Екатеринбург – Заречный» (ООО «ВАГ-Сервис» и ООО «ТРАНС-плюс»).

Предложенная система расположения автовокзалов и автостанций в регионе при взаимодействии ее с железнодорожными и авиaperевозками передана Министерству транспорта и дорожного хозяйства Свердловской области для ее экспертизы и дальнейшего внедрения.

Разработанный алгоритм управления пригородными и междугородными перевозками на базе АСУ реализуется компанией «Арт марк» (г.Барнаул) в комплексе программ управления «Пассажирские перевозки».

Публикации. По результатам диссертационного исследования опубликованы 23 печатные работы, в том числе 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для кандидатских диссертаций.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и основных выводов, содержит 131 страницу текста (в т.ч. 54 рисунка и 21 таблицу), список литературы из 111 наименований и приложения на 5 листах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, изложена научная новизна и практическая ценность исследования.

В первой главе выполнен анализ существующих систем управления работой автовокзалов в современных условиях у нас в стране и за рубежом, методов обследования пассажиропотоков, существующих методик расчета необходимого количества касс и перронов автовокзалов. Существенный вклад в решение данных проблем внесли Э.А. Сафронов, А.А. Ованесян, С.Ф. Энтелис, П.Н. Гетман, О.Н. Ларин, В.А. Гудков, Ю.А. Гольденберг, И.В. Спирин, Л.Б. Миротин, И.Н. Пугачев и др.

Автоматизация технологических процессов в России затронула лишь крупные автовокзалы и автостанции, при этом в большинстве случаев автоматизация направлена лишь на улучшение учета проданных билетов. Широ-

ко представленные на российском рынке программы автоматизации технологического процесса автовокзалов и автостанций не предусматривают проведения анализа неравномерности пассажиропотоков, а также оценки эффективности работы подвижного состава.

Существующие расчеты количества касс и перронов автовокзалов и автостанций основываются на эмпирических данных и практически повторяют друг друга. В частности Гольденбергом Ю.А. были предложены метод определения количества перронов посадки и высадки, а также количество билетных касс:

$$M_{\Pi} = R/\tau_{\Pi}, \quad (1)$$

$$M_B = R/\tau_B, \quad (2)$$

где M_{Π} и M_B – число постов посадки и высадки; R – число пар автобусов в час; T_{Π} и T_B – пропускная способность поста посадки и высадки, авт./ч.

$$L = \frac{c \cdot t}{3600} \cdot \frac{k_1 \cdot k_2}{k_3 \cdot k_4}, \quad (3)$$

где c – суточное отправление пассажиров; t – время на продажу одного билета, сек; k_1 – «процент часового максимума» отправления пассажиров, выраженный коэффициентом; k_2 – процент пассажиров, приобретающих билеты в кассах автовокзала, выраженный коэффициентом; k_3 – коэффициент использования рабочего времени кассира (предложено использовать значение коэффициента 0,95); k_4 – коэффициент неравномерности обращения пассажиров в кассы (значение коэффициента 0,8).

Вместе с тем модели (1) – (3) не учитывают различие временных затрат при посадке и высадке пассажиров в автобусы разных классов (большой, средний, малый, особо малый), временных затрат на обслуживание пассажиров в зависимости от наличия или отсутствия у них льгот на право проезда, быстроту работы кассира, а также временную неравномерность прибывающих на автовокзалы пассажиров.

Вторая глава посвящена научному обоснованию моделей:

- оптимизации количества подвижного состава и его структуры;
- расчета максимального потока клиентов в кассах автовокзала в зависимости от среднего времени обслуживания одного клиента;
- расчета пропускной способности перронов автовокзала в зависимости от времени обслуживания одного автобуса.

Для определения необходимого количества подвижного состава и его структуры разработана модель оптимизации числа пассажирских транспортных средств, которая позволяет определить их минимальное количество с учетом необходимости снижения загрузки автовокзалов и обеспечения потребностей в пассажирских перевозках. Целевой функцией задачи оптимизации является количество подвижного состава большой, средней и малой вме-

стимости, используемого в пригородных и междугородных перевозках пассажиров и багажа:

$$F = \sum_{k=1}^{k=K} (x_k^B + x_k^C + x_k^M) \rightarrow \min, \quad (4)$$

где x_k^B , x_k^C , x_k^M – количество транспортных средств соответственно большой, средней и малой вместимости, обслуживающих каждое k -ое направление (маршрут), ед.; K – количество направлений (маршрутов), ед.

На целевую функцию налагаем ограничение, которое обеспечивает условие перевозки всего существующего пассажиропотока:

$$q^B \cdot x_k^B + q^C \cdot x_k^C + q^M \cdot x_k^M \geq Q_k, \quad k=1, 2, \dots, K \quad (5)$$

Помимо обеспечения условия перевозки всего существующего пассажиропотока, необходимо получить экономический эффект, сократив себестоимость пассажирских перевозок. Для этого вводим дополнительное условие:

$$z^B \cdot x_k^B + z^C \cdot x_k^C + z^M \cdot x_k^M \leq Z_k, \quad (6)$$

где $z^{B,C,M}$ – коэффициент, учитывающий себестоимость перевозки в зависимости от вместимости автобуса;

Исходными данными рассматриваемой модели являются: существующая транспортная сеть, имеющая K направлений (маршрутов), ед.; фактический пассажиропоток Q_k на каждом k -ом направлении (маршруте), пасс; вместимость подвижного состава $q^{B,C,M}$, используемого на маршрутной сети, пасс.

Описанная модель решается с помощью симплексного метода решения линейных оптимизационных моделей. Для этого разработано приложение в стандартной программе MS Excel. В результате расчетов определяется оптимальное количество автобусов различных классов, необходимых для перевозки существующего (заданного) количества пассажиров, при минимальной себестоимости перевозки пассажиров.

Пропускная способность автовокзала зависит от пропускной способности касс и перронов.

Для расчета пропускной способности касс $y_{касс}$ автовокзала разработана методика, учитывающая среднее время обслуживания одного пассажира кассиром:

$$y_{касс} = \sum_{j=1}^m \frac{2225}{g_j \cdot \zeta \cdot x}, \quad (7)$$

где g_j – доля кассиров j -той категории в кассах автовокзала (%); ζ – поправочный коэффициент, учитывающий способности кассиров (табл. 1); x – среднее время обслуживания одного пассажира по автовокзалу; m – количество различных категорий кассиров.

Таблица 1

Значение поправочного коэффициента, учитывающего способности кассиров

Категория кассиров	Передовики	Профессионалы	Типичные	Отстающие
Время обслуживания одного пассажира, сек.	менее 30	от 30 до 40	от 40 до 60	более 60
Коэффициент ζ	0,7 – 0,9	0,9 - 1	1 – 1,2	1,2 – 1,5

Поправочные коэффициенты получены в результате статистической оценки среднего времени продажи билетов на автовокзалах и автостанциях Екатеринбурга, Барнаула, Нижнего Тагила, Североуральска, Верхотурья, Нижней Туры и Тавды. Математическая выборка $n=250$. Время обслуживания одного пассажира (от момента формулирования запроса пассажиром до момента получения пассажиром сдачи и провозных документов) фиксировалось электронным секундомером DTM60A. Полученные данные обрабатывались с помощью программы MS Excel. В результате получены: среднее значение $X_{сз}=39,98с$, среднеквадратичное отклонение $S=12,29с$, коэффициент вариации $V=31\%$, стандартная ошибка среднего $\mu_x=0,78с$.

За значение поправочного коэффициента $\zeta=1$ принято полученное среднее значение времени обслуживания одного пассажира.

Для определения пропускной способности перронов автовокзала $y_{перр}$ с учетом времени обслуживания автобусов разных типов разработана методика расчета, учитывающая поправочные коэффициенты (табл.2):

$$y_{перр} = \sum_{j=1}^m \frac{37,1 \cdot n_j}{\sum_{i=1}^n \varphi \cdot q_i \cdot 60}, \quad (8)$$

где q_i – доля автобусов определенного i -того класса на посадочном перроне (%); φ – значение поправочного коэффициента (табл. 2); n_j – количество рейсов, отправляющихся с j -того посадочного перрона; m – количество перронов.

Таблица 2

Значение поправочного коэффициента, учитывающего класс автобуса

Класс автобуса	Особо малый	Малый	Средний	Большой	Особо большой
Коэффициент φ	0,4 – 0,5	0,6 – 0,7	0,8 - 1	1,1 – 1,3	1,4 – 1,7

Поправочные коэффициенты получены на основе статистической обработке экспериментальных данных на автовокзале Екатеринбурга. Объем выборки $n=100$. Время обслуживания одного автобуса на перроне (от момента подачи автобуса на перрон до момента отправления от перрона) измерялось электронным секундомером DTM60A. Полученные данные обрабатывались с помощью программы MS Excel. В результате получены: среднее значение $X_{сз}=290,4с.$, среднеквадратичное отклонение $S=70,5с$, коэффициент вариации $V=24\%$, стандартная ошибка среднего $\mu_x=7,05с$. За значение поправочного

коэффициента $\zeta=1$ принято полученное среднее значение времени обслуживания одного автобуса среднего класса, вместимостью 31 место. Для получения других значений определена зависимость времени обслуживания автобуса на перроне (y) от вместимости автобуса (x):

$$y=6,0779 \cdot x+103,14; \quad R^2=0,903 \quad (9)$$

На основании зависимости (9) выведены поправочные коэффициенты для автобусов всех существующих классов.

В третьей главе рассмотрена предлагаемая автором автоматизированная система управления пригородными и междугородными автомобильными пассажирскими перевозками. Проанализированные в первой главе программы автоматизации технологического процесса автовокзала имеют узкую специализацию и используются, как правило, локально на одном предприятии. Для повышения эффективности пригородных и междугородных перевозок необходимо использование системного подхода управления пассажирскими перевозками. АСУ пассажирскими автомобильными перевозками в пригородном и междугородном направлении должна объединять всех участников процесса перевозки пассажиров: организатора перевозки (орган исполнительной власти), исполнителя перевозки (автотранспортное предприятие), пункты отправления и продажи билетов (автовокзалы, пассажирские автостанции и другие). Комплекс программ управления пассажирскими перевозками, разработанный автором представлен на рис. 1.



Рис. 1. Комплекс АСУ «Пассажирские автомобильные перевозки»

Центральный сервер, на котором размещается общая база данных по перевезенным пассажирам, существующей маршрутной сети, перевозчикам, подвижному составу находится у организатора перевозки (органа исполни-

тельной власти). Для каждого участника перевозочного процесса отводится специальный программный продукт, содержащий отдельные программные модули и обеспечивается ролевое ограничение доступа каждого конкретного пользователя системы.

Управление пригородными и междугородными перевозками осуществляется по алгоритму, заложенному в предлагаемую АСУ (рис.2).

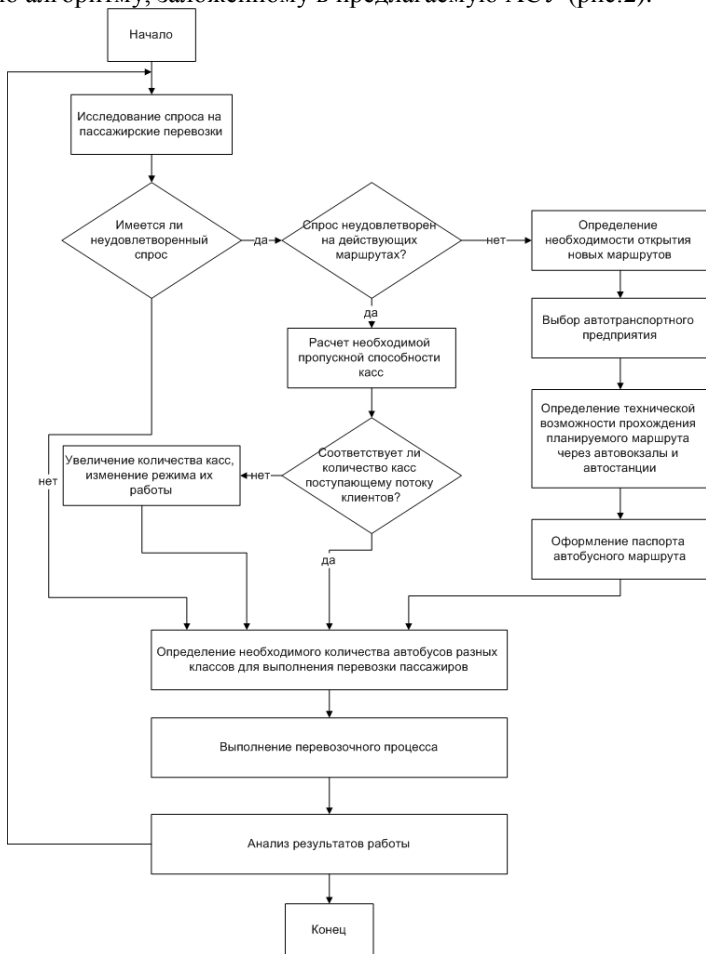


Рис. 2 . Алгоритм управления пригородными и междугородными перевозками на базе АСУ

Реализация разработанного алгоритма позволяет сократить количество используемых транспортных средств, а также выявить необходимость открытия новых автобусных маршрутов.

Активное развитие систем спутникового мониторинга ГЛОНАСС на территории Российской Федерации способно усовершенствовать предлагаемую систему АСУ. Возможность определения месторасположения транспортного средства, его остановок, а также использование дополнительных датчиков расчета входящих и выходящих пассажиров способны дать наиболее точные данные о пассажиропотоках и спросе на услуги пассажирского транспорта. Интеграция возможностей системы ГЛОНАСС в предлагаемый комплекс АСУ позволит обеспечить диспетчерское обслуживание автобусов в промежуточных пунктах.

В четвертой главе представлены результаты апробации предложенных модели и методик на примере Северного автовокзала Екатеринбурга; проведено определение необходимого количества автобусов различной вместимости для перевозки пассажиров на действующей сети; оптимизировано количество касс по продаже билетов; предложена схема расположения автовокзалов и автостанций в Екатеринбурге.

Перевозки пассажиров из Екатеринбурга осуществляются по шести направлениям: Московскому, Режевскому, Полевскому, Северному, Сибирскому и Челябинскому. Поэтому расчет неравномерности пассажиропотоков производился для каждого направления.

Коэффициент неравномерности пассажиропотоков по дням недели $\eta_{\text{дн}}$ определен по формуле:

$$\eta_{\text{дн}} = Q_{\text{дн}} / Q_{\text{ср.дн}}, \quad (10)$$

где $Q_{\text{дн}}$ и $Q_{\text{ср.дн}}$ – соответственно максимальный пассажиропоток за один из дней недели и среднедневной пассажиропоток за неделю.

Полученные результаты выявили необходимость увеличения количества рейсов для Режевского и Северного направления в дни повышенного пассажиропотока. Характер колебания пассажиропотоков по дням недели для всех направлений похож, поэтому была определена зависимость пассажиропотоков от дня недели. Для этого произведен расчет доли пассажиров по каждому дню недели на каждом из направлений от общего пассажиропотока на направлении. Наилучшая аппроксимация полученных данных достигнута применением полинома:

$$y = 0,0005 \cdot x^6 - 0,0114 \cdot x^5 + 0,1038 \cdot x^4 - 0,4699 \cdot x^3 + 1,1015 \cdot x^2 - 1,2517 \cdot x + 0,658; \quad R^2 = 0,8426 \quad (11)$$

где y – доля пассажиропотока, %; x – день недели (1-понедельник, 2-вторник и т.д.)

Неравномерность пассажиропотоков по часам суток на пригородном и междугородном транспорте зависит от количества рейсов на маршрутах, а также от вместимости используемого подвижного состава. Представленные на рис.3 значения пассажиропотоков по часам суток зависят от суммарной

пассажировместимости (суммы вместимости используемого на регулярных рейсах подвижного состава).

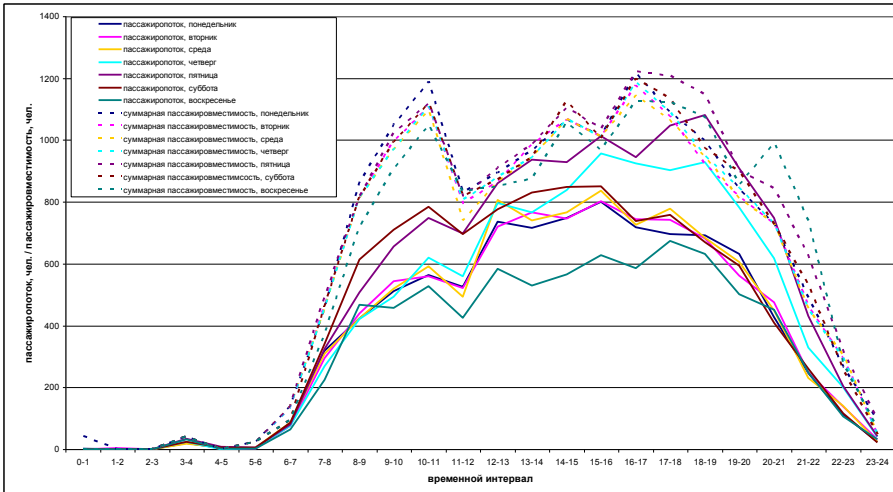


Рис. 3. Изменение пассажиропотока и фактической провозной способности по часам суток.

Использование автобусов малой вместимости, а также большие межрейсовые интервалы не позволяют пассажирам реализовать свою потребность в транспортных перемещениях, либо наоборот выполняется необоснованно большое количество рейсов. Для выявления временных интервалов с неэффективным использованием подвижного состава, определен коэффициент использования вместимости γ по формуле:

$$\gamma = \frac{Q_{\phi}}{q}, \quad (12)$$

где Q_{ϕ} и q — соответственно фактическое количество пассажиров и номинальная вместимость подвижного состава.

Под номинальной вместимостью принята вместимость автобуса, согласованного в расписании движения. Дополнительные нерегулярные рейсы не учитываются. Расчет производился для всех направлений по каждому дню недели. Полученные значения позволили выявить временные интервалы с малой загрузкой подвижного состава, а также периоды, требующие увеличения количества рейсов.

Таким образом, без увеличения количества подвижного состава можно достигнуть повышения пассажиропотока на востребованных направлениях. При этом на слабо загруженных направлениях можно снизить количество рейсов, тем самым повысив коэффициент использования вместимости на

конкретных рейсах, что также позволит повысить эффективность работы указанных рейсов и повысит рентабельность малонагруженных маршрутов и рейсов.

Для исследования неравномерности пассажиропотоков по направлениям разработан графический метод. Как известно, что схемы движения маршрутов совпадают друг с другом на отдельных участках. При этом наложение маршрутов позволяет создать единую транспортную сеть региона, и обеспечить необходимую потребность в транспортных перемещениях жителей небольших населенных пунктов региона.

Суть графического метода состоит в следующем:

- 1) на основе данных системы АСУ определены значения пассажиропотоков для всех населенных пунктов, с которыми существует сообщение от Северного автовокзала за 2008 год;
- 2) полученные данные приведены к среднему суточному пассажиропотоку;
- 3) определяется суммарная пассажировместимость подвижного состава $q_{общ}$, следующего через данный населенный пункт по формуле:

$$q_{общ} = \sum q_i, \tag{13}$$

где q_i – номинальная вместимость i -того автобуса, проходящего через указанный остановочный пункт;

- 4) расчетные данные по размеру средней суточной мощности пассажиропотока, а также суммарной пассажировместимости подвижного состава, проходящего через участок дороги сопоставляются путем приведения к единому масштабу (рис.4).



Рис. 4. Пространственная диаграмма распределения пассажиропотоков (фрагмент)

При этом данные по мощности пассажиропотоков изображаются сверху на пассажировместимость подвижного состава, что позволяет отобразить свободные места в проходящих автобусах.

Изображенная зеленым цветом пассажировместимость подвижного состава, превышающая значение пассажиропотоков (изображена красным цветом), позволяет определить участки транспортной сети с неэффективным использованием вме-

стимости подвижного состава.

Наиболее эффективно применять данный графический метод оценки пространственной неравномерности пассажиропотоков в рамках общей транспортной сети, сопоставляя данные нескольких автовокзалов и пассажирских автостанций.

Анализ неравномерности пассажиропотоков свидетельствует о неэффективном использовании подвижного состава и необходимости оптимизации его количества с учетом различных классов автобусов. На основании разработанной оптимизационной модели, используя программное обеспечение MS Excel, произведен расчет необходимого количества единиц подвижного состава по часам суток для каждого направления. Произведенные расчеты позволяют сократить среднесуточное количество необходимых автобусов на 48% (с 569 до 295 шт.) и себестоимость перевозки на 29% (рис. 5).

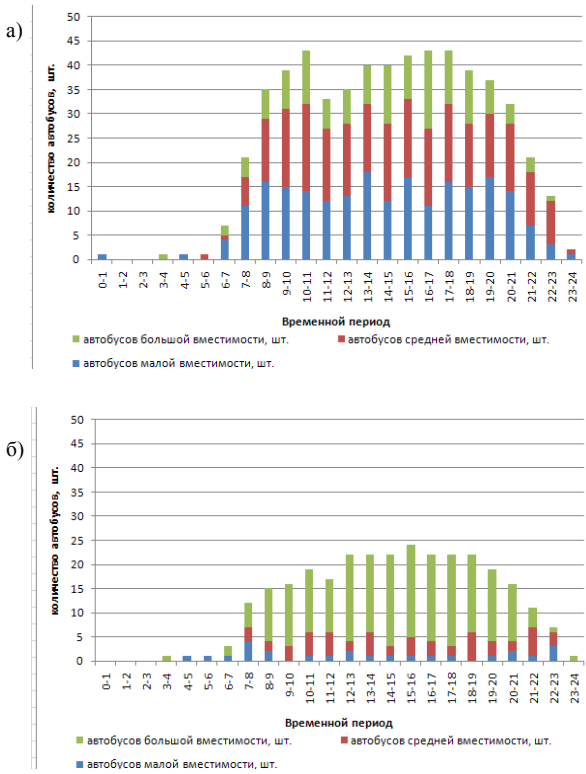


Рис. 5. Диаграмма количества автобусов различных классов до (а) и после (б) оптимизации

В процессе исследования выявлено стихийное размещение отправных площадок пригородного и междугородного транспорта, что во многом вызвано неудобством расположения сложившейся ранее сети автовокзалов и автостанций. Рост уровня автомобилизации в городе Екатеринбурге при ограниченной возможностями развития существующей улично-дорожной сети приводит к возникновению транспортных заторов, что увеличивает время сообщения автобусов на маршрутной сети.

Учитывая предложения по размещению автовокзалов, разработанные Ленинградским филиалом "Типроавто-транса", типовые варианты

расположения автовокзалов, предложенные Ю.А. Гольденбергом, выяв-

ленные места расположения стихийных пунктов отправки пассажиров пригородных и междугородных автобусов, а также схему транспортных заторов города Екатеринбурга (описана Цариковым А.А.) предложена схема перспективного расположения автовокзалов и автостанций в городе Екатеринбурге (рис. 6).

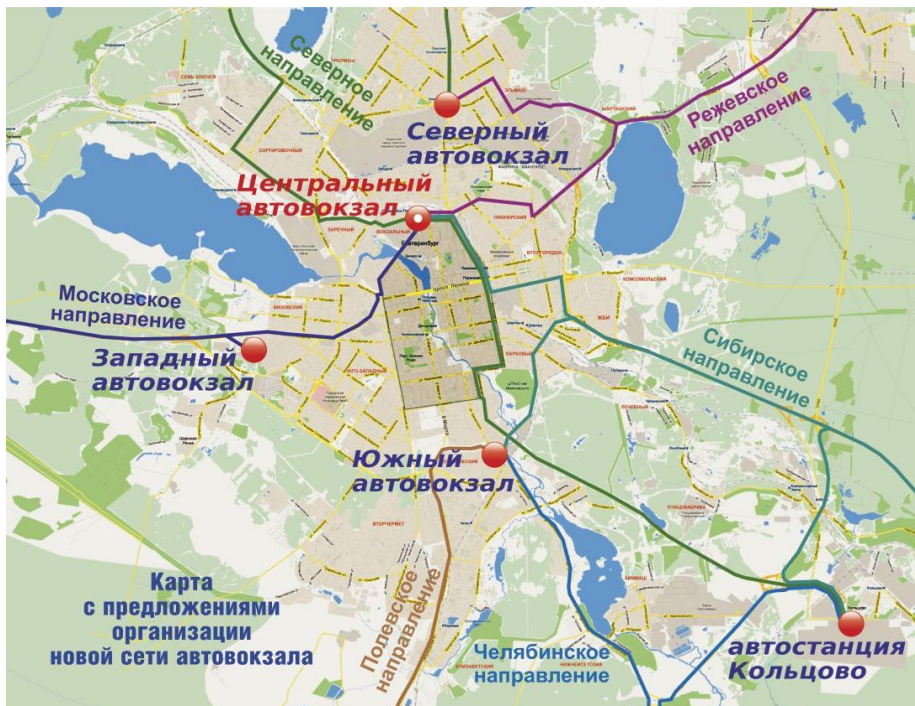


Рис. 6. Предлагаемая схема расположения автовокзалов и автостанций в Екатеринбурге

Изменение схемы расположения автовокзалов в Екатеринбурге позволит сократить количество автобусов, проходящих через центральную часть города Екатеринбурга с 632 до 110, что составит около 6% от общего количества отправок междугородных и пригородных автобусных маршрутов в Екатеринбурге. Кроме того, предлагаемая схема позволит сократить пассажиропоток стихийных отправных пунктов с 11150 пасс/сутки до 1470 пасс/сутки.

Помимо размещения сети автовокзалов и автостанций по городу необходимо объединить их в единое информационное пространство, что позволит осуществлять продажу билетов в едином пространстве мест. Учитывая возможности существующих программ АСУ «Автовокзал», необходимо организовать продажу электронных билетов через удаленные кассы, агентства, терминалы самообслуживания и интернет-продажу. Основная цель при этом –

обеспечение шаговой доступности в любом районе города при продаже пассажирских билетов и повышение доли предварительной продажи билетов. Построенная таким образом система позволит обеспечить подъезд пассажиров непосредственно к отправлению автобусов в рейс, сократив время пребывания пассажиров на автовокзалах.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Основные результаты и выводы выполненного исследования состоят в следующем:

1. Разработанная модель расчета необходимого количества подвижного состава различных классов, которая позволяет решать вопросы планирования работы подвижного состава и выполнения необходимой транспортной работы в целях сокращения себестоимости перевозки пассажиров.
 2. Разработана модель расчета максимального потока клиентов в кассах автовокзала в зависимости от среднего времени обслуживания одного клиента и позволяющая определять пропускные способности касс автовокзала в «часы пик».
 3. Разработана модель расчета пропускной способности перронов автовокзала, которая учитывает время обслуживания одного автобуса в зависимости от класса используемого автобуса.
 4. На основе предложенных моделей разработаны методики: оптимизации подвижного состава и расчета пропускной способности автобусного вокзала (касс и перронов).
 5. Эффективности разработанных автором моделей и методик подтверждены результатами их производственного внедрения на Северном автовокзале г.Екатеринбурга. Практическая реализация оптимизационной модели расчета необходимо количества автобусов на примере Северного автовокзала Екатеринбург позволяет сократить среднесуточное количество необходимых автобусов на 48% (с 569 до 295 шт.) и себестоимость перевозки на 29%. В результате внедрения модели получен эффект, характеризующийся повышением коэффициента использования вместимости подвижного состава на маршрутах:
 - № 818 «Екатеринбург – Североуральск» - с 0,65 до 0,87;
 - № 640 «Екатеринбург – Нижний Тагил» - с 0,59 до 0,82;
 - № 126 «Екатеринбург – Заречный» - с 0,57 до 0,73.
- Годовой экономический эффект от внедрения составил – 4920 тыс. руб.
6. Для уменьшения нагрузки на кассы автовокзала предложено использование системы внешних агентов по продаже билетов через удаленные кассы, платежные терминалы, терминалы самообслуживания, а также через иные платежные кассы.

На сегодняшний день при участии автора создана сеть по продаже электронных автобусных билетов, объединяющая более 2500 точек продажи по всему Уральскому региону, из них:

- 2 - удаленные кассы автовокзала в крупнейших вузах Екатеринбурга;
- 30 - туристических фирм;
- 20 - железнодорожных и авиа касс;
- 2472 - терминала самообслуживания различных платежных систем.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в 23 научных работах, основные из которых опубликованы:

- в изданиях из перечня ВАК РФ:

1. Васильев А.Г. Определение пропускной способности перронов автовокзала / А.Г. Васильев // Вестник РГУПС. Ростов-на-Дону, 2010. – № 2. – С. 90–94.
2. Васильев А.Г. Анализ методик определения необходимого количества касс и перронов автовокзала / А.Г. Васильев // Вестник Тихоокеанского государственного университета. Хабаровск, 2011. – № 1(20). – С. 149–154.
3. Васильев А.Г. Методика расчета количества автобусов для обеспечения потребностей перевозки пассажиров междугородных рейсов / А.Г. Васильев, Р.Н. Ковалев // Транспорт Урала. Екатеринбург, 2011. – №1(28). – С. 19–24.
4. Васильев А.Г. Создание распределенной сети по продаже автобусных билетов как способ повышения доступности пассажирских перевозок / А.Г. Васильев // Т-Comm. 2011. – № 2. – С. 36–38.
5. Васильев А.Г. Создание комплекса программ АСУ «Автомобильные пассажирские перевозки» как метод повышения эффективности работы пригородного и междугородного пассажирского транспорта / А.Г. Васильев // Международный научный журнал. 2011. – № 2. – С. 66–71.
6. Васильев А.Г. Анализ неравномерности пассажиропотоков по часам суток на основе коэффициента использования вместимости подвижного состава / А.Г. Васильев // Грузовое и пассажирское автохозяйство. 2011. – № 12. – С. 47–51.

- в других изданиях:

7. Васильев А.Г. Создание единой информационной системы управления автовокзалами как метод совершенствования пассажирских перевозок / А.Г. Васильев // Современный менеджмент: мотивационный комплекс – маркетинговое управление – система контроля – инфокоммуникационное обеспечение процессов и систем менеджмента: матер. Всерос. научн.-практ. конф. М: Глобус, 2009. – С. 252–253.
8. Васильев А.Г. Проблемы тарифообразования на междугородних автобусных перевозках в Свердловской области / А.Г. Васильев // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук: матер. II Междунар. науч.-практ. конф. М, 2010. – Т.2. – С. 68–69.

9. Васильев А.Г. Совершенствование сервиса по продаже пассажирских билетов как способ повышения эффективности работы междугородного автомобильного транспорта (на примере Северного автовокзала Екатеринбурга) / А.Г. Васильев, Р.Н. Ковалев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. VI Всерос. науч.-техн. конф. Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. – Ч.2. – С. 85–87.
10. Васильев А.Г. Предпосылки создания единой информационной сети пассажирского автомобильного транспорта Свердловской области / А.Г. Васильев // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: матер. VI Междунар. науч.-техн. конф. Пенза: ПГУАС, 2010. – Ч.2. – С. 165–168.
11. Васильев А.Г. Об опыте использования системы «Е-Автовокзал» для повышения эффективности работы автовокзалов / А.Г. Васильев, Е.Ю. Устюгов, К.О. Измалков // Транспортные и транспортно-технологические системы: матер. Межд. науч.-техн. конф.- Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – С. 34–38.
12. Васильев А.Г. Определение эластичности спроса на услуги пассажирских автомобильных перевозок в Свердловской области / А.Г. Васильев, С.С. Чернышев, С.Ю. Ильяшенко // Транспортные и транспортно-технологические системы: матер. Междунар. науч.-техн. конф. Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – С. 42–46.
13. Васильев А.Г. Предложения по эффективному расположению автовокзалов и автостанций в крупных городах / А.Г. Васильев // Транспортные и транспортно-технологические системы: матер. Междунар. науч.-техн. конф. Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – С. 46–48.
14. Васильев А.Г. Оптимизация работы касс автовокзалов в зависимости от временной неравномерности (на примере Северного автовокзала Екатеринбурга) / А.Г. Васильев // Современные направления теоретических и прикладных исследований: матер. Междунар. научн.-практ. конф. Одесса: Черноморье, 2010. – Т.1. – С. 7–11.
15. Васильев А.Г. Автоматизация технологического процесса как метод повышения эффективности работы автовокзала / А.Г. Васильев, И.Н. Обабков // Научные труды XVIII международной конференции молодых ученых по приоритетным направлениям развития науки и техники: сборник статей. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. – Ч.3. – С. 37–39.
16. Васильев А.Г. Результаты исследования пространственной неравномерности пассажиропотока (на примере Северного автовокзала г.Екатеринбурга) / А.Г. Васильев // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования: матер. V Всерос. научн.-техн. конф. студ., аспирант. и мол. уч. Омск: СибАДИ, 2010. – С. 133–135.

Подписано в печать 14.05.2012 г. Формат 60x84/16.
Усл.печ.л. 1. Тираж 120 экз. Заказ № 472.

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии ООО «А-групп»
620107, г.Екатеринбург, ул.Вокзальная, 15А