

На правах рукописи



**ТАРХАНОВА Наталья Владимировна**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
Льготных категорий населения**

Специальность 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Иркутск – 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Иркутский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО ИрГТУ)

**Научный руководитель:**

**Михайлов Александр Юрьевич,**  
доктор технических наук, профессор кафедры менеджмента и логистики на транспорте ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный технический университет»

**Официальные оппоненты:**

**Гудков Владислав Александрович,**  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильных перевозок ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»

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

**Ведущая организация:**

ФГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный университет»

Защита состоится 12.12.2012 в 12:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.073.04 при ФГБОУ ВПО "Иркутский государственный технический университет" по адресу: 664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83, корпус «К», конференц-зал.

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

Автореферат разослан 09.11.2012.

Отзывы на автореферат (два экземпляра, заверенные организацией) просим направлять в адрес диссертационного совета:

664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Д 212.073.04;  
E-mail: ds04@istu.edu; факс (3952) 405869

Ученый секретарь  
диссертационного Совета,  
доктор технических наук, профессор



Н.Н. Страбыкин

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** В настоящее время в городах нашей стране доля льготных категорий населения достаточно велика и варьирует в диапазоне 23-61 %. При этом к льготным категориям относятся: ветераны войны, ветераны труда, инвалиды всех групп, пенсионеры, доноры, реабилитированные и репрессированные лица и др. Рост уровня автомобилизации снижает спрос на услуги городского пассажирского транспорта общего пользования (ГПТОП), но при этом резко возрастает удельная доля льготных категорий пассажиров в общей массе пользователей ГПТОП.

Транспортный спрос льготных категорий населения формируется под воздействием целого ряда социально-экономических факторов, чем вызваны отличия транспортного поведения льготных категорий от представителей других социальных групп. Воздействие этих факторов на такие характеристики транспортного поведения как общая транспортная подвижность и подвижность по целям, выбор времени передвижений в суточном цикле, коэффициент пересадочности при пользовании ГПТОП и т.д. исследовано недостаточно полно. Рекомендуемая Госкомстатом РФ от 2001 года методика обследования пассажирских перевозок различных категорий граждан не содержит требований по детальной оценке транспортного спроса льготных категорий населения.

Значительная удельная доля льготных категорий в сочетании с особенностями их транспортного поведения делают необходимым учет этих двух факторов при выполнении транспортного планировании и оптимизации маршрутных систем ГПТОП.

Следует указать еще один аспект организации транспортного обслуживания как городского населения в целом, так и льготных категорий. Основные требования к качеству предоставления транспортных услуг регламентируются ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества» в котором важнейшим показателем качества транспортного обслуживания указываются затраты времени на передвижения. Но при этом действующий СНиП 2.07.01 – 89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» нормируют лишь затраты времени на передвижения по трудовым целям и не рассматривают передвижения по иным целям.

В целях повышения конкурентных свойств и привлекательности общественного транспорта в международной практике в руководства по градостроительному и транспортному проектированию введены показатели затрат времени по широкому спектру целей передвижений, включая образовательные учреждения, банки, почта, больницы, учреждения торговли и т.д., при этом во внимание принимаются и передвижения людей с ограниченной мобильностью.

В настоящее время в Российской Федерации декларируется приоритетное развитие общественного пассажирского транспорта, что требует перейти к принятым в международной практике критериям оценки качества услуг предоставляемых ГПТОП. Повышение качества транспортного обслуживания льготных категорий населения возможно лишь при условии систематического изучения динамики изменений характеристик транспортного спроса.

**Рабочая гипотеза** состоит в том, что учет количественных и качественных характеристик транспортного спроса льготных категорий населения позволит корректировать маршрутную сеть ГПТОП и тем самым повысить качество транспорт-

ного обслуживания льготных категорий и эффективность функционирования ГПТОП в целом

**Цель исследования** - повышение качества транспортного обслуживания льготных категорий населения.

**Объект исследования** – процесс формирования транспортного спроса льготных категорий населения.

**Предмет исследования** – количественные и качественные характеристики транспортного спроса льготных категорий населения.

**Задачи исследования:**

- научно обосновать модель восстановления матрицы корреспонденций льготных категорий населения на основе данных выборочного обследования их транспортной подвижности;
- осуществить оценку транспортного спроса льготных категорий населения на примере г. Иркутска и проверить гипотезу о статистически значимом отличии транспортного поведения льготных категорий населения;
- разработать научно обоснованные мероприятия по корректировке маршрутной системы ГПТОП с учетом особенностей формирования транспортного спроса льготных групп населения на примере г. Иркутска и выполнить технико-экономическую оценку разработанных мероприятий.

**Научную новизну** составляют:

- установленные количественные и качественные характеристики особенностей транспортного поведения льготных категорий населения;
- статистически значимые отличия транспортного поведения льготных категорий населения от обычных пользователей ГПТОП;
- научно обоснованная модель восстановления матрицы корреспонденций льготных категорий населения на основе данных выборочного обследования их транспортной подвижности.

**Практическая значимость:**

- разработанная анкета оценки особенностей транспортного поведения льготных категорий населения, может быть использована в практической деятельности городских департаментов транспорта с целью оценки транспортного спроса льготных категорий населения;
- разработанные методические рекомендации по оценке транспортного спроса льготных категорий населения могут быть использованы муниципальными органами при планировании и проектировании работы ГПТОП;
- предложены научно обоснованные мероприятия по корректировке маршрутной системы ГПТОП, учитывающие особенности транспортного спроса льготных категорий населения, которые могут быть использованы муниципальными органами, перевозчиками, проектными организациями при планировании и проектировании работы ГПТОП.

**На защиту выносятся** следующие научные положения:

- особенности транспортного поведения льготных категорий населения необходимо устанавливать на основе следующих количественных и качественных характеристик: величины транспортной подвижности и структуры ее по целям передвижений; структуры затрат времени на передвижения и распределения передвижений в суточном цикле; коэффициента пересадочности;

- для повышения качества функционирования маршрутных систем ГПТОП в процессе транспортного планирования необходимо учитывать выявленные качественные и количественные характеристики транспортного спроса льготных категорий населения: величину транспортной подвижности и структуру ее по целям передвижений; структуру затрат времени на передвижения и распределение передвижений в суточном цикле; коэффициент пересадочности;
- количественную оценку транспортного спроса льготных категорий населения следует представлять в виде матрицы межзональных передвижений, восстановленной по данным выборочных обследований транспортной подвижности населения.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций** обеспечены репрезентативными выборками статистических данных, строгостью исходных предпосылок, применяемой теоретической моделью, верификацией результатов экспериментов с использованием распространенных статистических критериев (статистический пакет Statistica), использованием новейших версий библиотек статистической обработки данных и оптимизации среды MS Excel.

**Внедрение результатов работы.** Предложенные методические рекомендации и результаты диссертационного исследования использованы в проектной работе, выполненной по заказу администрации г. Иркутска: «Расчет пассажирских потоков на городском маршрутном пассажирском транспорте и индивидуальном транспорте в г. Иркутске», а также в научно-исследовательской работе «Статистическое обследование пассажиропотоков на маршрутах общего пользования муниципального образования городской округ «город Комсомольск-на-Амуре» Хабаровского края».

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертационного исследования представлялись в научных докладах и выступлениях: Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы развития Евроазиатских транспортных систем» (Челябинск, 2010), Международная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие городов. Управление проектами и программами городского и регионального развития» (Харьков, 2010), Региональная научно-практическая конференция «Социально-экономические проблемы региона» (Иркутск, 2010), XV Всероссийская студенческая научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы безопасности природно-технических систем и общества. Современные риски и способы их минимизации. «Безопасность - 2010»» (Иркутск, 2010), Международная научно-практическая конференция «Проблемы функционирования систем транспорта» (Тюмень, 2010), IV Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы развития Евроазиатских транспортных систем» (Челябинск, 2012), II Всероссийская научно-практическая конференция «Авиамашиностроение и транспорт Сибири» (Иркутск, 2012), Международная научно-практическая конференция «Совершенствование образования в области городского и транспортного планирования» (Иркутск, 2012).

**Публикации.** По результатам диссертационного исследования опубликовано 15 печатных работ в т.ч. 3 печатные работы в изданиях утвержденных ВАК Минобрнауки РФ для кандидатских диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы и 3 приложения. Содержит 165 страниц основного текста, включает 34 таблиц и 33 рисунков. Библиографический список содержит 130 источников.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** представлена актуальность решаемой задачи, научная новизна и практическая ценность работы. Приводится краткое содержание основных разделов диссертации.

**В первой главе** дана характеристика современного состояния вопроса обслуживания льготных категорий населения городским пассажирским транспортом общего пользования. Выявлена основная проблематика доступности транспортных услуг льготных категорий населения. Количество пассажиров льготных категорий увеличивается из года в год, также увеличивается удельная доля льготных категорий в общей массе пользователей ГПТОП. Транспортное поведение льготных категорий населения значительно отличается от поведения представителей других социальных групп, что обусловлено социально-экономическими факторами.

Вопросами подвижности и оценкой качества услуг предоставляемых ГПТОП занимались Артемьев С. П., Большаков А. М., Варелопуло Г. А., Ваксман С. А., Глик Ф. Г., Гольц Г. А., Гудков В. А., Маршев В. В., Миротин Л. Б., Михайлов А. С., Сидоров Е. А., Спиринов И. В., Шабанов А. В., Швецов В. Л. Повышение качества транспортного обслуживания льготных категорий населения возможно лишь при условии систематического изучения характеристик транспортного спроса, а так же факторов влияющих на его изменение. Также рассмотрены зарубежные подходы к оценке и планированию транспортной доступности услуг городского пассажирского транспорта.

Делается вывод, что оценка транспортного спроса льготных групп населения, информация об особенностях формирования транспортного подвижности, ее изменении в пространстве и во времени является исходной базой для разработки мероприятий по повышению качества транспортного обслуживания льготных категории населения. На этом основании сформулированы цель и задачи исследования.

**Вторая глава** посвящена теоретическим аспектам и разработке метода перехода от матрицы корреспонденций, полученной выборочным обследованием к матрице передвижений всей генеральной совокупности льготных категорий населения.

Выборочное обследования транспортной подвижности позволяет определить прогнозируемое распределение поездок между каждой из пар выделенных зон на основе исходных данных о количестве поездок между этими зонами. Прогнозируемые значения выходных переменных получаются из известных (на момент составления прогноза) значений с помощью коэффициента развития, который представляет собой оценку ожидаемых изменений расселения.

В соответствии задачей настоящего исследования необходимо обосновать модель восстановления матриц корреспонденций на основе данных выборочного обследования. Желательно, чтобы метод оценки матрицы был достаточно доступен для практического применения и мог быть реализован, например, в среде MS Excel.

Таким требованиям отвечает метод Фратара. Он использует зависимости количества движений от коэффициентов развития с применением в корреспонденцирующих зонах города местных корректирующих факторов, которые дают возможность учитывать влияние на них остальных зон.

Основное предположение, состоит в том, что количество поездок  $T_{ij}$  из  $i$ -той зоны в  $j$ -ю для некоторого будущего момента времени пропорционально исходному

числу всех поездок из  $i$ -той зоны, умноженному на коэффициент развития  $j$ -той зоны

$$T_{ij} = t_{ij} \cdot \frac{P_i}{p_i} \cdot \frac{A_j}{a_j} \cdot \frac{\sum_k t_{ik}}{\sum_k \left[ \frac{A_k}{a_k} \right] \cdot t_{ik}}, \quad (1)$$

где  $T_{ij}$  – прогнозируемое количество корреспонденций из зоны  $i$  в зону  $j$ ;  $t_{ij}$  – количество корреспонденций из зоны  $i$  в зону  $j$ ;  $P_i$  – прогнозируемое количество корреспонденций из зоны  $i$ ;  $p_i$  – количество корреспонденций в зоне  $i$ ;  $A_j$  – прогнозируемое количество корреспонденций в зоне  $j$ ;  $a_j$  – количество корреспонденций в зоне  $j$ ;  $k$  – общее количество зон.

Исходными данными для восстановления матриц корреспонденций являются:

- данные выборочного обследования льготных категорий населения;
- матрица корреспонденций, полученная выборочным обследованием корректируемая с помощью коэффициента развития;
- емкости транспортных зон по прибытию и отправлению.

Согласно этому методу, общее число поездок по прибытию в каждую зону распределяются на межзональные передвижения, в соответствии с относительной привлекательностью каждого передвижения.

Прогнозируемое количество поездок  $T_{ij}$ , рассчитываемое для любой из зон распределяется среди передвижений этой зоны в пропорции к существующим поездкам между этой и другими зонами и пропорционально ожидаемому росту в каждой зоне. При этом применяется итерационный процесс приближения к конечным результатам с соблюдением условия:

$$\sum_j T'_{ij} = \frac{P_i}{p_i} \cdot \sum_j T_{ij}. \quad (2)$$

Каждая последующая итерация проводится с помощью коэффициента  $C_{ij}$ :

$$C_{ij} = \left( \frac{P_i}{p_i} \cdot \sum_j T_{ij} \right) / \sum_j T'_{ij}. \quad (3)$$

Итерационный процесс ведется до тех пор, пока коэффициенты  $C_{ij}$  не станут равными или близкими единице. Результаты расчета каждого промежуточного шага являются исходными данными для последующего. Вычисления ведутся до тех пор, пока не будет достигнуто равенство между заранее определенной величиной транспортного оборота района и суммой корреспонденций, полученной в результате расчета для этого района.

Расчеты, предусмотренные этим методом, реализованы в виде приложения в среде MS Excel.

**В третьей главе** описана методика выполненных экспериментальных исследований оценки транспортного спроса льготных категорий населения.

Проанализированы существующие методики оценки транспортного спроса, которые разрабатывались Г. А. Варелопуло, С. А. Ваксманом, Е. П. Володиным, В.

А. Гудковым, И. С. Ефремовым, Н. Б. Островским, И. В. Спириным, А. Т. Тарановым и др.

Рекомендуемая Госкомстатом РФ от 2001 года методика обследования пассажирских перевозок не содержит требований по детальной оценке транспортного спроса льготных категорий населения. Поэтому автором предложена методика и анкета опроса (рис. 1) позволяющие определить следующие характеристики:

- транспортная подвижность льготных категорий населения: общая, сетевая и маршрутная, коэффициент пересадочности;
- структура транспортной подвижности на основе признаков: возраста, цели поездки, вида используемого транспорта, сезонности; предпочтения выбора времени передвижений в суточном цикле;
- затраты времени на передвижения по целям и по транспортным зонам;
- структура затрат времени (накладные затраты: продолжительность подходов к остановочным пунктам, время ожидания на остановочных пунктах, время, затрачиваемое на пересадки, время подходов от остановочных пунктов, суммарное время поездок);

Уважаемые горожане! В целях улучшения обслуживания пассажиров льготных категорий на городских маршрутах проводится изучение поездок жителей. Просим Вас ответить на анонимную анкету. Заранее благодарим за оказанную помощь!																	
Как заполнять анкету: зачеркивать подходящую графу или заполнять необходимые данные.																	
1. К КАКОМУ ВИДУ ЛЬГОТНИКОВ ОТНОСИТЕСЬ:		2. Ваш возраст		3. Место проживания в настоящее время				4.1 Покупаете ли Вы ЕСПБ (единый социальный проезд, билет)									
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ		До 18		Почтовый индекс				да					нет	иногда			
участники ВОВ;		19-30		Микрорайон или Улица и № дома				да					нет	иногда			
ветераны боевых действий (не ВОВ)		31-59						да					нет	иногда			
инвалид 1 степени, ребенок инвалид		60 и выше						да					нет	иногда			
инвалид 2 степени;																	
инвалид 3 степени;																	
подвергшиеся воздействию радиации;																	
РЕГИОНАЛЬНЫЙ																	
ветераны труда;																	
работники тыла;																	
реабилитир.; репрессир. лица;																	
МЕСТНЫЙ																	
пенсионер																	
5. Какое количество поездок в среднем в день Вы совершаете на общественном транспорте: Под одной поездкой понимается проезд на одном виде транспорта в одну сторону (туда или обратно).																	
5.1 В летний сезон (май - сентябрь)																	
5.2 В зимний сезон (октябрь - апрель)																	
ВИД ТРАНСПОРТА		ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС	ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС		
Автобус муниципальный Ам																	
Маршрутка/Автобус частный, М/Ач																	
Трамвай Т																	
Троллейбус ТС																	
6. Пожалуйста, опишите Ваши передвижения за 1 конкретный день (укажите дату этого дня _____)																	
«Как отвечать?»: – эти графы являются очень важной информацией, пожалуйста, заполните их как можно точнее.																	
№	6.1 ЦЕЛЬ ПОЕЗДКИ: Д - Дом Р - Работа Б - Больница П - Покупки ПФ - Пенсион. фонд О - Отдых - ПР - Прочие вписать	РАЙОН		В КАКОЕ ВРЕМЯ ДНЯ СОВЕРШАЕТЕ ПОЕЗДКУ (чч. мм.)					ВИД ТРАНСПОРТА		ЗАТРАТЫ ВРЕМЕНИ В МИНУТАХ						
		6.2 ОТПРАВЛЕНИЯ	6.3 ПРИБЫТИЯ	6.4 без или до пересадки	6.5 после 1-ой пересадки	Подход к остановке	Ожидание транспорта	Время поездки до пересадки	Время ожидания транспорта при пересадке	Время поездки после пересадки	Подход от остановки до пункта назначения	Все передвижение					
1				6.00-7.00	7.00-9.00	9.00-17.00	17.00-20.00	После 20.00	Ам	М	4	6	30	15	15	3	63
2																	
3																	
4																	
1	Б	Свердловский	Октябрьский			+			Ам	М	4	6	30	15	15	3	63
Ваши предложения по улучшению обслуживания льготного населения город. обществен. транс-м _____																	

Рис. 1. Анкета оценки транспортной подвижности и затрат времени на передвижения

Представлены основные положения анкетного обследования льготных категорий населения и репрезентативный объём выборки для города численностью до 600 тысяч человек. Определен оптимальный период для проведения обследования. Общая трудоемкость выполненных обследований (роздано 4800 и получено 3487 анкет) и обработки их данных составила 3115 чел.-ч.



В четвертой главе приведены результаты обследований транспортного спроса льготных категорий населения; приведены результаты апробации предложенного метода восстановления матриц корреспонденций льготных категории населения, на основе данных выборочного обследования транспортного спроса; выполнена корректировка маршрутной системы ГПТОП с учетом целевой транспортной подвижности льготных категорий населения г. Иркутска.

Обследованная выборка респондентов характеризовалась следующими характеристиками: удельные доли работающих и неработающих в льготных категориях населения, соответственно 28 % и 72 %; доля пользующихся ЕСПБ среди: работающих 53 %, неработающих – 42 %. Количество совершаемых в месяц передвижений с использованием транспорта, подлежащих возмещению в случае покупки ЕСПБ, ниже установленного законодательством. Соответственно 88 % работающих и 74 % неработающих льготников совершают платные поездки на частном транспорте, где не могут воспользоваться ЕСПБ

Среднемесячная транспортная подвижность неработающих льготников – 25 поездок, работающих – 39 поездок (табл. 1). Пассажирами возрастной группы «19-30» совершается максимальное количество поездок в месяц – 46, пассажирами возрастной группы «60 и выше» минимальное – 23.

Таблица 1

Транспортная подвижность льготных категорий по видам транспорта

Вид транспорта	Работающие льготники				Неработающие льготники			
	Транспортная подвижность, поездок в месяц		Структура поездок, %		Транспортная подвижность, поездок в месяц		Структура поездок, %	
	летний сезон	зимний сезон	летний сезон	зимний сезон	летний сезон	зимний сезон	летний сезон	зимний сезон
Автобус муниципальный	14	12	34,2	33,8	10	8	35,8	36,8
Автобус частный, маршрутное такси	21	19	51,8	51,9	10	7	35,9	34,9
Трамвай	3	3	7,9	7,8	5	4	15,8	17,3
Троллейбус	2	2	6	6,5	4	2	12,4	11
Итого:	41	37	100	100	29	21	100	100

Выявлены предпочтения по видам транспорта (рис. 3): автобусы частные, маршрутные такси 36-52%; муниципальный автомобильный транспорт 34-36%, остальные поездки совершаются на городском электротранспорте. Возрастные группы «до 18» и «31-59» предпочитают совершать поездки на маршрутных такси и частных автобусах, «60 и выше» предпочитают муниципальные автобусы частным, где могут реализовать свое право на льготный проезд

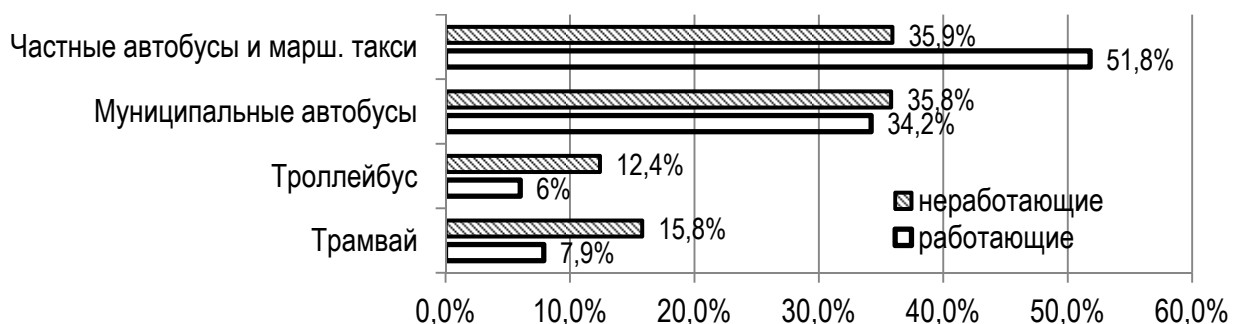


Рис.3. Распределение поездок льготных категорий населения по видам транспорта

Выявлена структура поездок по их целям, в которой преобладают поездки за покупками и в медицинские учреждения (рис.4).

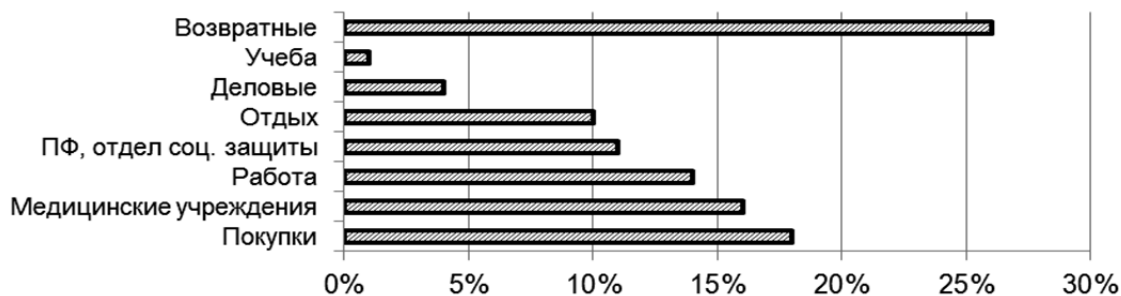


Рис. 4. Структура целей поездок пассажиров льготных категорий, %

Сетевая, маршрутная подвижности и коэффициент пересадочности рассчитывались с использованием данных обследования.

Расчет среднего количества поездок одного пассажира  $i$ -й категории на  $j$ -м виде общественного транспорта ( $K_{ij}$ ) для зимнего и летнего периода года:

$$K_{ij} = \frac{\sum P_{ij}^n}{q_n \sum A_{ij}}, \quad (4)$$

где  $\sum P_{ij}^n$  – суммарное количество поездок  $i$ -й категории граждан за одну неделю на  $j$ -м виде общественного транспорта;

$\sum A_{ij}$  – общее количество анкет опроса  $i$ -й категории граждан, пользующихся услугами  $j$ -го вида транспорта;  $q_n$  – количество дней недели.

Коэффициент пересадочности определялся как:

$$k = P_m / P_{net}, \quad (5)$$

где  $P_m$  – количество маршрутных поездок (маршрутная подвижность), чел/сутки;  $P_{net}$  – количество сетевых поездок (сетевая подвижность), чел/сутки.

Получены следующие средние значения: общая подвижность (передвижений в сутки на одного человека) – 2,02, сетевая подвижность – 1,95, маршрутная – 2,47, коэффициент пересадочности – 1,38. При этом отмечается значительная вариация показателей подвижности по территории города (рис. 5.): общая подвижность 1,66 – 2,18, сетевая подвижность 0,99 – 4, маршрутная 1,54 – 4,4. Коэффициент пересадочности варьируется в диапазоне 1 – 2,73.

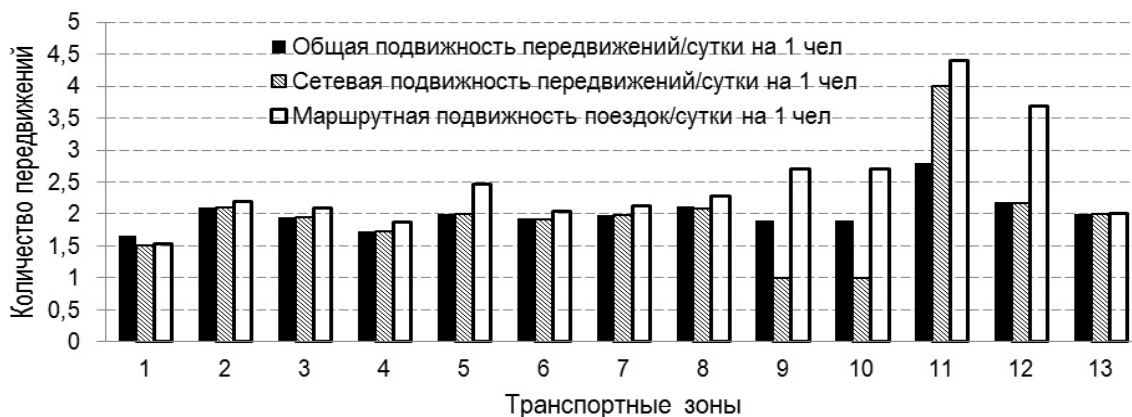


Рис.5. Общая, сетевая и маршрутная подвижности, передвижений в сутки на 1 чел.

Оценка качества транспортного обслуживания по результатам обследования показала, что требования СНИП 2.07.01-89\* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» не выполняются (см. табл. 2 – средняя длительность передвижения по трудовым целям «работа» составляет 71 мин). Обращает внимание высокая доля накладных затрат времени: на подход к остановочным пунктам и пунктам назначения - 8 мин.; на пересадку - 11 мин.; ожидания транспорта - 7 мин.

Таблица 2

Средние затраты времени на передвижения льготных категорий по целям

Цель передвижения	Время подхода к остановочному пункту	Время ожидания транспорта	Время поездки на транспорте	Время пересадки	Время езды после пересадки	Время подхода к пункту назначения	Время передвижения
По всем целям	7,4	7,7	15,9	10,8	13,2	7,4	62,4
<b>работа</b>	<b>8,0</b>	<b>8,0</b>	<b>15,0</b>	<b>11,0</b>	<b>21,0</b>	<b>8,0</b>	<b>71,0</b>
деловые	7,7	8,0	16,0	11,0	14,0	7,7	64,4
пенсионный фонд	7,0	7,0	15,0	9,0	12,0	7,0	57,0
учреждения соц. защиты	7,0	8,0	18,0	9,0	6,0	7,0	55,0
учебные учреждения	6,0	6,0	15,0	12,0	8,0	6,0	53,0
мед. учреждения	7,7	8,0	16,0	11,0	13,0	7,7	63,4
покупки	7,4	8,0	16,0	12,0	13,0	7,4	63,8
отдых	8,0	8,0	17,0	10,0	16,0	8,0	67,0
возвратные	8,0	8,0	15,0	12,0	16,0	8,0	67,0

В настоящей работе была сформулирована рабочая гипотеза, предполагающая отличие транспортного поведения льготных и остальных категорий населения. Подтверждение гипотезы выполнено на основе проверки статистической значимости различий характеристик транспортного спроса сравниваемых категорий населения с помощью *t*-критерия Стьюдента:

сравнение зависимых выборок на основе оценки средней разности пар связанных значений переменных в составе сравниваемых выборок  $\bar{d}$ , и стандартного отклонения разностей этих пар  $S_d$

$$\hat{t} = \frac{\bar{d}}{S_d} = \frac{(\sum d_i)/n}{\sqrt{\frac{\sum d_i^2 - (\sum d_i)^2/n}{n(n-1)}}}, \quad (5)$$

сравнение средних независимых выборок  $\bar{X}_1$  и  $\bar{X}_2$

$$\hat{t} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}, \quad (6)$$

при этом число степеней свободы для критерия Стьюдента: в формуле (5)  $\nu = n - 1$ , где  $n$  – объем выборок; в формуле (6) число степеней свободы  $\nu = n_1 + n_2 - 2$ , где  $n_1$  и  $n_2$  – объёмы сравниваемых выборок.

Таблица 3

## Анализ характеристик транспортного спроса и транспортного поведения

Показатель	Обычные категории	Льготные категории
Объем выборки, чел	3157	3170
Общая подвижность, передвижений/сутки на 1 чел	2,46	2,02
Сетевая подвижность, передвижений/сутки на 1 чел	2,33	1,95
Маршрутная подвижность, передвижений /сутки на 1 чел	4,06	2,47
Подвижность по деловым целям, передвижений /сутки на 1 чел	0,83	0,31
Подвижность по культурно-бытовым целям, передвижений/сутки на 1 чел	0,47	0,7
Возвратные передвижения/сутки на 1 чел	0,98	0,89
Коэффициент пересадочности	1,74	1,38
Время подхода к остановочному пункту, мин.	5,63	7,82
Время ожидания транспорта, мин.	5,91	7,15
Время пересадки, мин.	8,9	8,28
Время передвижения, мин.	46,3	63,32
Доля поездок - до пиковый период - с 6.00 до 7.00	4 %	2%
Доля поездок - утренний час пик	33%	30%
Доля поездок - межпиковый период - с 9.00 до 17.00	27%	46%
Доля поездок - вечерний час пик - с 17.00 до 20.00	30%	15%
Доля поездок - после пиковый период - после 20.00	8%	7%

Сравнение характеристик транспортного спроса сравниваемых категорий населения с помощью  $t$ -критерия Стьюдента показало статистически значимое отличие с доверительной вероятностью 95 %. Расчетное значение критерия Стьюдента для важнейших характеристик (при критическом  $t_{0,05;6325} = 1,98$ ):

- общая подвижность  $\hat{t} = 2,44$ ;
- сетевая подвижность  $\hat{t} = 2,33$ ;
- маршрутная подвижность  $\hat{t} = 4,06$ ;
- общее время передвижения  $\hat{t} = 46,29$ .

На основании полученных данных транспортного поведения и их статистического сравнения доказана исходная гипотеза, что характеристики транспортного спроса льготных категорий населения статистически значимо отличаются от аналогичных характеристик других групп населения.

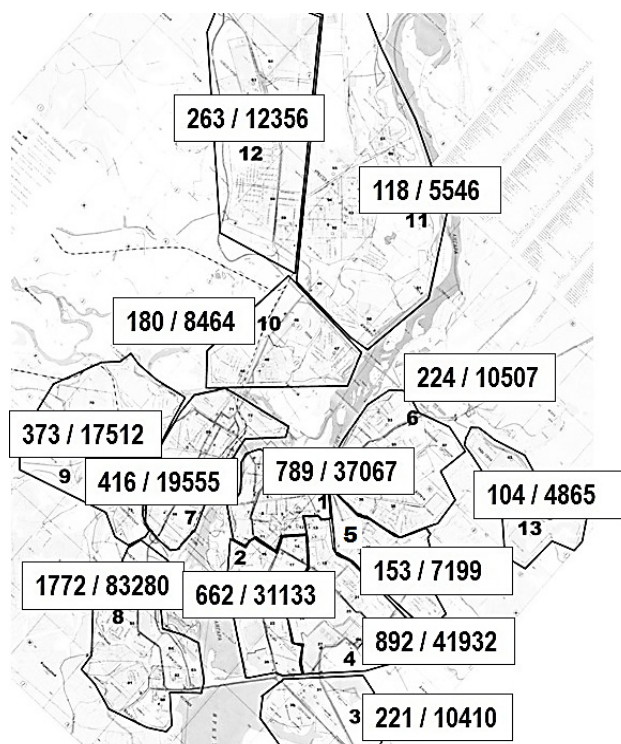
По результатам обследования транспортной подвижности льготных категорий населения между укрупненными зонами получена матрица количества корреспонденций (для г. Иркутска укрупненная: размерностью - 13\*13). В соответствии с предложенной моделью [см. формулы (1-3)] восстановлена матрица корреспонденций для генеральной совокупности (табл. 4, рис. 6.).

Существующее распределение корреспонденций между транспортными зонами (рис. 6) и административными округами (рис. 7) обусловлено концентрацией медицинских и социальных учреждений в Октябрьском и Свердловском округах.

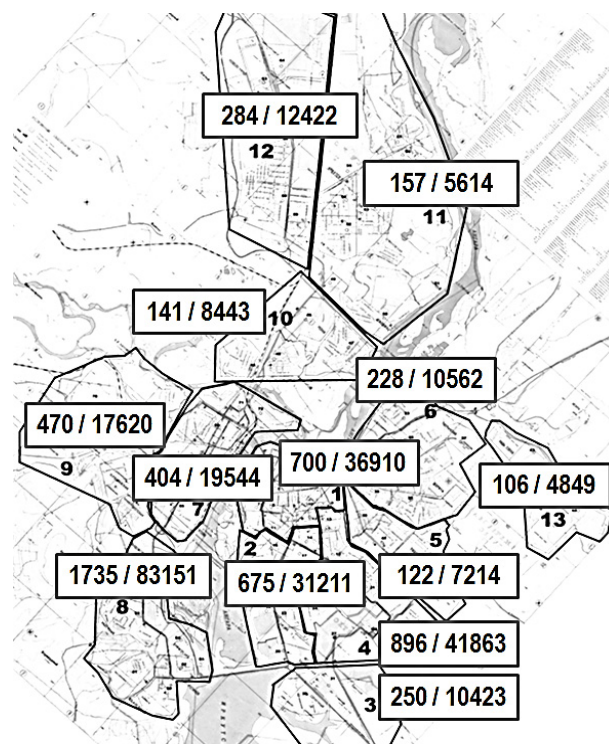
Таблица 4

Результаты оценки матрицы корреспонденций льготных категорий населения по 13 укрупнённым транспортным зонам г. Иркутска

		Зона прибытия												Итого	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
Зона отправления	1	4894	3196	2356	8545	1609	2131	407	6753	3051	379	370	3201	193	37067
	2	3561	1128	931	6288	240	376	2763	14569	683	122	72	177	188	31133
	3	1859	1047	257	2607	122	286	1100	1784	308	124	364	360	190	10410
	4	8151	6719	2302	9405	1209	568	5168	4235	688	247	795	2056	378	41932
	5	1621	282	85	954	241	188	198	1273	760	859	288	356	94	7199
	6	2489	188	170	573	120	1131	198	1863	1066	1474	432	712	94	10507
	7	1213	2880	951	5063	245	384	1916	3197	931	1251	514	725	288	19555
	8	7181	14623	1560	4097	1598	1732	2526	34940	6917	2006	956	3725	1441	83280
	9	2149	655	337	759	239	281	1867	7789	1360	1341	71	88	561	17512
	10	577	101	453	204	385	1408	1690	1256	1137	131	845	95	201	8464
	11	434	95	85	671	483	946	695	1181	153	123	217	89	378	5546
	12	2665	93	753	1977	593	929	487	3575	75	121	71	263	742	12356
	13	116	203	183	720	130	203	532	738	491	264	620	574	101	4865
Итого		36910	31211	10423	41863	7214	10562	19544	83151	17620	8443	5614	12422	4849	289827

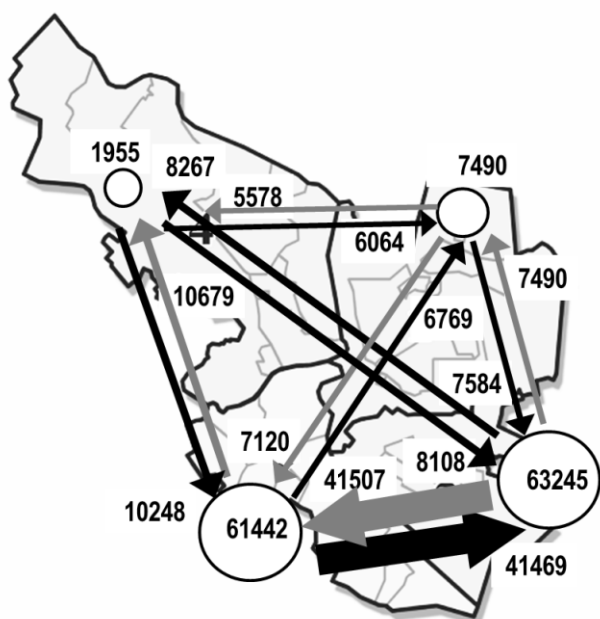


а)



б)

Рис. 6. Результаты оценки матрицы корреспонденций льготных категорий населения по 13 укрупнённым транспортным зонам г. Иркутска [см. формулы (1-3)] - указаны «данные выборки / данные оценки матрицы»: а) отправления; б) прибытий в зону



Округ и численность льготников	Суточные корреспонденции			
	Октябрьский <b>36281</b>	63245	7490	41507
Правобережный <b>26178</b>	7584	2301	7120	5578
Свердловский <b>49944</b>	41469	6769	61442	10679
Ленинский <b>36570</b>	8108	6064	10248	1955

Рис. 7. Пространственная неравномерность распределения суточных корреспонденций между административными округами г. Иркутска: указаны корреспонденции между округами и внутри округов

Полученные в результате восстановления матрицы корреспонденций данные (см. табл. 4 и рис. 6.) использованы для корректировки маршрутной сети ГПТОП. Корректировка маршрутной сети выполнена с соблюдением следующих требований:

- для обеспечения беспересадочных передвижений рассматриваются маршруты, соединяющие зоны с максимальным транспортным спросом льготных категорий населения;
- количество предлагаемых маршрутов должно быть минимальным, но при этом должно обеспечивать статистически значимое сокращение затрат на передвижения между зонами с максимальным транспортным спросом льготных категорий населения.

По результатам анализа сети и с использованием полученной количественной оценки спроса (межзональные матрицы корреспонденций и затрат времени на передвижения) был выбран вариант корректировки маршрутной сети с формированием трех маршрутов (табл. 5)

Таблица 5

Характеристики маршрутов

Характеристики маршрута	Маршрут		
	Аэропорт - Центральный рынок	Областная больница – Филармония – Областная больница	м-н Зеленый – Стадион Труд - Областная больница
Длина маршрута, км	14,2	18	23
Время оборота рейса, ч	1,18	1,6	1,9
Суточный пассажиропоток, пасс./сут.	11035	7626	7799
Пиковый пассажиропоток, пасс./час	1545	1068	1092

Предложенная корректировка маршрутной сети позволила снизить время передвижения льготных категорий на величину времени пересадки (табл. 6 и рис. 8).

Таблица 6

Составляющие затраты времени на передвижения после корректировки маршрутной сети

Номер зоны	Время подхода к остановочному пункту	Время ожидания транспорта	Время поездки на транспорте	Время подхода к пункту назначения	Время передвижения
1	8	7	29	7	51
2	7,2	4,9	36,9	6,1	55,1
3	5,9	5,2	24,5	5,8	41,4
4	7	6,4	31,9	7,9	53,2
5	6	8	27	6	47
6	7	8	30	8	53
7	9	9	29	9	56
8	8	8	37	9	62
9	8	8	39	8	63
10	8	7	39	7	61
11	8	6	32	8	54
12	9	8	47	8	72
13	8	7	19,8	8	42,8

Сравнение матриц «составляющие затрат времени на передвижения» до и после корректировки маршрутной сети (табл. 6) с помощью  $t$ -критерия Стьюдента показало статистически значимое отличие с доверительной вероятностью 95 % (расчетное значение  $\hat{t} = 12,96$  при критическом  $t_{0,05;13} = 2,16$ ).

Оценка эффекта корректировки маршрутной сети произведена с использованием основных статистик распределений продолжительности передвижений между зонами (рис. 8 и табл. 7).

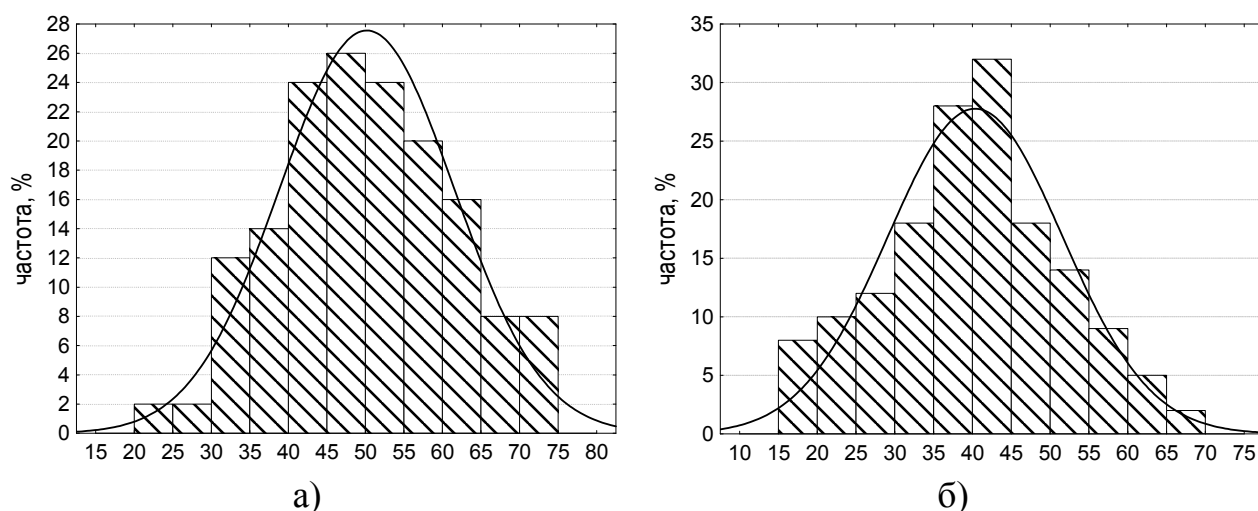


Рис. 8. Гистограммы распределения затрат времени передвижения (внутризональные передвижения исключены) а) существующая сеть ГПТОП; б) после корректировки маршрутной сети.

Таблица 7

Сравнение основных статистик распределений продолжительности передвижений между зонами

Статистика	Значение статистики	
	Существующее положение	Корректировка сети
Минимальная продолжительность передвижения, мин	24,13	16,84
Максимальная продолжительность передвижения, мин	73,50	68,10
Средняя продолжительность передвижения, мин	49,99	40,18
25% квантиль распределения продолжительности передвижения, мин	42,42	32,66
Медиана распределения, мин	49,68	40,37
75% квантиль распределения продолжительности передвижения, мин	58,50	48,50

Анализ гистограмм (рис. 8), статистик распределений (табл. 7) и особенно 75 % квантилей указывает на значительное сокращение передвижений продолжительностью более 45 мин.

Оценка изменений времени передвижения между транспортными зонами выполнена на основе расчёта среднеквадратичного отклонения RMSE (the root mean squared error), с использованием программного приложения MS Excel и формулы (7).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n-1}}, \quad (7)$$

где  $x_i$  - фактическое значение показателя по результатам обследования;  $y_i$  - прогнозируемое значение показателя, полученное с помощью модели;  $i$  - порядковый номер наблюдения;  $n$  - количество наблюдений.

При использовании формулы (7) сравниваемые матрицы межзональных продолжительностей передвижений преобразовывались в вектор столбцы. В результате расчетов среднеквадратичное отклонение затрат времени передвижения по результатам обследования и после корректировки маршрутной сети составило 9,78 мин.

Сравнение матриц затрат времени передвижения до и после корректировки маршрутной сети с помощью  $t$ -критерия Стьюдента показало статистически значимо с доверительной вероятностью 95 % (расчетное значение критерия Стьюдента  $\hat{t} = 47,11$  при критическом  $t_{0,05;168} = 1,98$ ).

Мероприятия по улучшению транспортного обслуживания льготных категорий населения - увеличение доли беспересадочных передвижений, позволили снизить затраты времени в среднем в расчете на одно передвижение – 9,75 мин, что можно оценивать как доказательство эффективности предлагаемой корректировки маршрутной сети.

Социальный эффект предлагаемых мероприятий выражается в высвобождении свободного времени населения, снижении транспортной усталости населения за счет улучшения качества обслуживания. Результаты повышения качества перевозки пассажиров оценены экономически путем определения суммарного сокращения времени на передвижения льготных пассажиров и составляют 4968 рублей в расчете на одного льготного пассажира в год.



## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Основные результаты и выводы выполненного исследования состоят в следующем:

1. Научно обоснованная математическая модель восстановления матриц корреспонденций льготных категорий населения на основе данных выборочного обследования их транспортной подвижности, позволяет оценивать величину транспортного спроса всей генеральной совокупности льготных категорий населения.

По результатам обследования транспортной подвижности льготных категорий населения с применением предложенной модели оценена матрица корреспонденций между укрупненными транспортными зонами.

2. Осуществлена оценка транспортного спроса льготных категорий населения на примере г. Иркутска. На основании полученных данных подтверждена гипотеза о том, что характеристики транспортного спроса льготных групп населения статистически значимо отличаются от аналогичных характеристик других групп населения.

Оценка транспортного спроса льготных категорий населения осуществлена на основе разработанной автором методики, использующей анкетирование населения с целью выявления суточного цикла передвижений, как по трудовым, так и по культурно-бытовым целям.

На основании выполненного исследования транспортного поведения льготных категорий населения выявлены следующие количественные и качественные характеристики:

- преобладающий возраст респондентов – 60 и более лет; доля работающих льготников – 28 %, неработающих соответственно – 72 %;
- возрастные группы «до 18» – «31-59» предпочитают совершать поездки на маршрутных такси и частных автобусах, «60 и выше» предпочитают муниципальные автобусы частным, где могут реализовать свое право на льготный проезд;
- максимальное количество поездок в месяц – 46 совершается пассажирами возрастной группы «19-30», минимальное – 23 пассажирами возрастной группы «60 и выше»;
- большинство поездок, как в летний, так и зимний периоды совершаются на частных автобусах и маршрутных такси – 51,8 %;
- льготные категории населения в основном совершают передвижения по таким целям, как: «медицинские учреждения», «покупки», «на работу», социальные учреждения;
- средние значения характеристик (передвижений в сутки на одного человека) составила 2,02, сетевая подвижность – 1,95, маршрутная – 2,47, коэффициент пересадочности – 1,38, отмечается значительная вариация показателей подвижности по территории города: общая подвижность 1,66–2,18, сетевая подвижность 0,99–4, маршрутная 1,54–4,4.

Коэффициент пересадочности варьируется в диапазоне 1–2,73. Среднее значение коэффициента пересадочности более 1,25 указывает на недостатки маршрутной системы и необходимость ее корректировки.

Оценка качества транспортного обслуживания, основанная на данных выполненных обследований, показала, что затраты времени населения на передвижения по трудовым целям превышают нормативные.

3. Разработаны научно обоснованные мероприятия по корректировке маршрутной системы ГПТОП г. Иркутска, с учетом особенностей транспортного спроса льготных категорий населения.

В основе корректировки маршрутной используется положение о том, что количество предлагаемых маршрутов должно быть минимальным, но при этом должно обеспечивать статистически значимое сокращение затрат на передвижения между зонами с максимальным транспортным спросом льготных категорий населения.

4. Разработанные научно обоснованные мероприятия по корректировке маршрутной системы ГПТОП позволили статистически значимо понизить затраты времени совершаемые льготными пассажирами. При этом в среднем на сокращение затрат на одно передвижение составило 9,75 мин.

Расчетный экономический эффект сокращения времени передвижения работающих льготных пассажиров при пользовании ГПТОП составил 4968 рублей на одного льготного пассажира в год.

**Основные материалы диссертации опубликованы в следующих печатных работах:**

***в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ для кандидатских диссертаций:***

1. *Тарханова Н. В.* Методики расчета размера ежемесячной дотации за перевозку льготных категорий пассажиров / *Н. В. Тарханова* // Вестник ИрГТУ. 2011 №4(51). – С. 91-96.
2. *Тарханова Н. В.* Анализ факторов, влияющих на транспортную подвижность льготных категорий населения / *Н. В. Тарханова* // Вестник ИрГТУ. 2011 №11(58). – С. 146-151.
3. *Тарханова Н. В.* Повышение качества обслуживания льготных категорий населения на основе изучения особенностей их транспортного спроса / *Н. В. Тарханова* // Вестник ИрГТУ. 2012 №9(68). – С.316-320.

***Опубликованные в других изданиях:***

4. *Тарханова Н. В.* Анализ показателей качества пассажирских перевозок / *Н. В. Тарханова* // Совершенствование организации дорожного движения и перевозка пассажиров и грузов: сборник научных статей Международной научно-практической конференции: Минск, БНТУ, 2009. - С. 33-38.
5. *Тарханова Н. В.* Особенности организации перевозок пассажиров льготных категорий в г. Иркутске / *Н. В. Тарханова, С. В. Колганов* // Материалы II Международной научно-практической конференции, - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010.- С. 209-213.
6. *Тарханова Н. В.* Особенности обследования перевозок пассажиров на автобусах особо малой и малой вместимости г. Иркутска / *Н. В. Тарханова, С. А. Яценко* // Социально-экономические проблемы региона. Материалы научно-практической конференции, – Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2010.- С.152-155.
7. *Тарханова Н. В.* Обследование пассажиропотоков в современных условиях / *Н. В. Тарханова, С. А. Яценко* // Устойчивое развитие городов. Управление проектами и программами городского и регионального развития. Материалы VIII Международной научно-практической конференции, – Харьков: Харьковская национальная академия городского хозяйства, 2010.- С.19-21

8. *Тарханова Н. В.* Проблемы муниципального общественного транспорта г. Иркутска / *Н. В. Тарханова, М. А. Антонов, Т. В. Созинова* // Проблемы безопасности природно-технических систем и общества. Современные риски и способы их минимизации. «Безопасность - 2010»: Материалы и доклады XV Всероссийской студенческой международной научно-практической конференции. Иркутск, 2010. – 512 С. 351-353.
9. *Тарханова Н. В.* Проблема перевозки пассажиров льготных категорий частным транспортом / *Н. В. Тарханова, С. А. Яценко, С. В. Колганов* // Проблемы функционирования систем транспорта. Материалы международной научно-практической конференции - Тюмень: ТюмГНГУ, 2010.- С. 330-331.
10. *Тарханова Н. В.* Исследования транспортной подвижности льготных категорий населения г. Иркутска / *Н. В. Тарханова, С. А. Яценко, Е. С. Зайцева* // Проблемы и перспективы развития евроазиатских транспортных систем. Материалы IV Международной научно-практической конференции – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУЮ, 2012.- С.296-301.
11. *Тарханова Н. В.* Анализ структуры поездок льготных категорий граждан Октябрьского района г. Иркутска / *Н. В. Тарханова, С. В. Храткевич* // Авиамашиностроение и транспорт Сибири. II Всероссийская научно-практическая конференция – Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2012. - С. 279-284.
12. *Тарханова Н. В.* Обследование транспортной подвижности льготных категорий граждан Правобережного округа г. Иркутска / *Н. В. Тарханова, А. К. Десятова* // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: II Всероссийская научно-практическая конференция – Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2012. - С. 274-279.
13. *Тарханова Н. В.* Результаты обследования транспортной подвижности льготных категорий населения Свердловского и Ленинского районов г. Иркутска / *Н. В. Тарханова, Т. А. Агафонова* // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: II Всероссийская научно-практическая конференция – Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2012.- С 269-274.
14. *Тарханова Н. В.* Вопросы выбора пассажирами подвижного состава при городских перевозках / *Н. В. Тарханова, С. А. Яценко, А. О. Морозова* // Проблемы и перспективы развития евроазиатских транспортных систем. Материалы IV Международной научно-практической конференции – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУЮ, 2012.- С.334-339.
15. *Тарханова Н. В.* Методы прогнозирования транспортной подвижности льготных категорий населения / *Н. В. Тарханова, Н. Г. Бутакова, Е. А. Дурицына* // Совершенствование образования в области городского транспортного планирования. Материалы международной научно-практической конференции – Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2012.- С.91-95.



Подписано в печать 1.11.2012. Формат 60 х 90 / 16.  
Бумага офсетная. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,5.  
Тираж 100 экз. Зак. 173. Поз. плана 10н.

Лицензия ИД № 06506 от 26.12.2001  
Иркутский государственный технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83