

Национальная академия наук Кыргызской Республики
ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ
Министерство образования и науки Кыргызской Республики
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. Раззакова
ЖАЛАЛ-АБАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Диссертационный совет Д 05.13.010

На правах рукописи
УДК 625.03:656.072.5(575.2 – 25)(043.3)

Раззаков Медер Иматбекович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ ГОРОДСКИХ
АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗОК (НА ПРИМЕРЕ г. БИШКЕК)**

Специальность: 05.22.10 – «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек – 2014

Работа выполнена в **Кыргызском государственном техническом университете им. И.Раззакова**

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Торобеков Бекжан Торобекович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Нусупов Эркин Суюнбаевич

кандидат технических наук, доцент
Советбеков Болот Советбекович

Ведущая организация: **Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина**
(г. Бишкек, ул. Медерова, 68)

Защита состоится **3 октября 2014 года** в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 05.13.010 при Институте машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики, Кыргызском государственном техническом университете им. И.Раззакова и Жалал-Абадском государственном университете по адресу: Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр-т Мира, 66.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью, заверенной гербовой печатью, просим отправить по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, диссертационный совет Д 05.13.010, e-mail: imash_kg@mail.ru.

Телефон для справок: (0312)54-11-49, факс: (0312)56-27-85

Автореферат разослан «28» августа 2014 г.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д. 05.13.010, к.т.н., с.н.с.



Квитко С.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. В современных условиях роль городского пассажирского автомобильного транспорта в общей транспортной системе республики неуклонно растет. Повышенный спрос на автомобильные перевозки пассажиров и все более возрастающие требования к улучшению качества транспортного обслуживания населения вызывают необходимость дальнейшего совершенствования системы организации городских пассажирских перевозок. Для улучшения транспортного обслуживания населения в нашем современном обществе необходимо полнее учитывать требования к комфортности перевозок, повышать культуру обслуживания пассажиров, а также расширять номенклатуру предоставляемых населению транспортных услуг.

Таким образом, для дальнейшего развития системы городских автобусных перевозок следует выполнить определенный объем научных исследований, которые выявят пути сокращения времени поездок пассажиров, так как именно это в значительной степени и определяет качество обслуживания.

Цель и задачи исследования. Цель работы – повышение эффективности использования подвижного состава для улучшения качества обслуживания пассажиров на базе рациональной организации комбинированных форм и режимов сообщения на городских автобусных маршрутах транспортной сети города Бишкек.

Основными задачами исследования являются:

- анализ существующего состояния внутригородских автобусных перевозок;
- определение факторов и условий, позволяющих существенно улучшить эффективность работы подвижного состава на линии;
- разработка математической модели для оценки затрат времени пассажиров;
- анализ результатов исследований и их экономической эффективности;
- использование полученных результатов в организации работы подвижного состава на городских маршрутах.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. критерий ввода комбинированного режима движения на городских автобусных маршрутах;
2. методика расчета суммарных затрат времени пассажиров на передвижения по маршруту в зависимости от доли автобусов, останавливающихся на каждой остановке маршрута;

3. математическая модель оценки затрат времени пассажиров, позволяющая определить наиболее эффективный режим движения автобусов на маршруте с точки зрения минимальных суммарных затрат времени пассажиров на поездки.

Научная новизна результатов заключается в следующем:

- критерий необходимости ввода комбинированного режима движения предложен впервые;
- разработанная методика расчета суммарных затрат времени пассажиров в отличие от известных учитывает общие затраты времени пассажиров, пользующихся другими видами общественного транспорта;
- математическая модель оценки затрат времени на поездку пассажиров на городских автобусных маршрутах в отличие от известных моделей учитывает режим движения автобусов на маршруте.

Практическая значимость работы заключается в:

- разработке рекомендаций по введению комбинированных режимов движения на городских автобусных маршрутах при увеличении установленных норм времени поездки пассажиров, заданных Временными правилами организации пассажирских перевозок автомобильным транспортом в Кыргызской Республике (КР);
- определении суммарных затрат времени пассажиров на передвижения по маршруту с учетом общих затрат времени пассажиров, пользующихся другими видами общественного транспорта в зависимости от доли автобусов, останавливающихся на каждой остановке маршрута и затрат времени пассажиров городских автобусных маршрутов при комбинированном режиме работы подвижного состава.

Личный вклад соискателя заключается в определении критерия ввода комбинированного режима движения на городских автобусных маршрутах; в разработке методики расчета суммарных затрат времени пассажиров на передвижения по маршруту в зависимости от доли автобусов, останавливающихся на каждой остановке маршрута; в разработке математической модели оценки затрат времени пассажиров, позволяющая определить наиболее эффективный режим движения автобусов на маршруте с точки зрения минимальных суммарных затрат времени пассажиров на поездки.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертации были доложены и одобрены на международных научно – практических конференциях: V Международная научно–техническая конференция «Современные автомобильные материалы и технологии» Юго-Зап. гос. ун-т (г. Курск, 2013 г.); Международная научно–практическая конференция «Повышение эксплуатационной эффектив-

ности транспортных строительно – дорожных машин и коммуникаций в горных условиях». КГУСТА им. Н.Исанова(г. Бишкек, 2012 г.).

Публикации. Основные положения исследования опубликованы в 9 научных статьях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованной литературы и 6-ти приложений. Объем диссертации – 157 страниц машинописного текста, в том числе 44 рисунка, 19 таблиц и библиографический список из 84 источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность исследуемой темы, определены цели и задачи, предмет и объект исследования, описана степень изученности проблемы, отражены положения, выносимые на защиту, научная новизна, практическая значимость диссертационной работы.

В первой главе проведен анализ современного состояния автомобильных пассажирских перевозок в целом по Кыргызской Республике и городу Бишкек.

В условиях социально-экономических преобразований значимость автомобильного транспорта в транспортной системе страны постоянно возрастает. В настоящее время 95-97 % грузовых и пассажирских перевозок осуществляется именно автомобильным транспортом, который составляет основную часть транспортного сектора страны. На сегодняшний день автомобильный парк Кыргызской Республики составляет около 425 тыс. автомобилей, из них более 345-ти тыс. легковых, 55-ти тыс. грузовых автомобилей и более 20-ти тыс. автобусов и микроавтобусов. При этом в автотранспортной отрасли задействовано 350 юридических лиц, оказывающих услуги по перевозке пассажиров (из них 30 – юридические лица по перевозке легковыми такси), 50 юридических лиц – по перевозке грузов, а также более 20300 частных лиц по перевозке грузов и 69 предприятий – структурных подразделений Министерства транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики, обеспечивающих автомобильный транспортный процесс (автостанции, автовокзалы, автокасы). Количество работающих в этой отрасли составляет более 32 тыс. человек.

Согласно маршрутной сети Кыргызской Республики по состоянию на 1 декабря 2012 года организовано 949 автобусных маршрутов (включая городские автобусные и троллейбусные маршруты городов Бишкек и Ош). Из них международные – 51, межобластные – 58, внут-

риобластные – 552, городские – 288 маршрутов. Общая протяженность автобусных маршрутов составляет 82 444,2 км.

В настоящее время по республике имеются 1 807 населенных пунктов, из них 1 754 населенных пункта охвачено автобусным сообщением, что составляет 97%.

По просьбе населения регионов республики и государственных администраций за 11 месяцев 2012 года было вновь открыто 7 и восстановлено 12 автобусных маршрутов. Объем пассажирских перевозок автомобильным транспортом по республике за период с 2008 по 2012 гг. показан в табл. 1.

Таблица 1 – Объем перевозок пассажиров автомобильным транспортом по территории Кыргызской Республики по годам

№	Наименование	2008	2009	2010	2011	2012
		тыс. чел.				
1.	Баткенская обл.	5510,9	6812,9	7513,1	7023,0	7312,2
2.	Жалал-Абадская обл.	25003,3	25731,9	25562,7	28386,2	29689,1
3.	Ысык-Кульская обл.	38535,6	40635,5	32213,2	40913,6	47439,0
4.	Нарынская обл.	5841,3	6011,9	5357,1	5734,4	6040,8
5.	Ошская обл.	15289,2	15587,1	16196,6	17871,0	18553,3
6.	Таласская обл.	12721,3	14019,6	14108,2	14161,6	14209,7
7.	Чуйская обл.	101971,6	104539,7	109847,8	115929,5	117448,1
8.	г. Бишкек	261090,7	287879,6	278174,9	249223,9	323757,8
9.	г. Ош	19934,4	22247,6	18122,6	17248,9	17906,7
	Всего	485898,3	523465,8	507096,2	541492,1	582356,7

На рисунках ниже представлены: объем перевозок пассажиров автобусами по республике (рис. 1), объем перевозок пассажиров автобусами транспортных предприятий по видам сообщений (рис. 2), пассажирооборот автобусами (рис. 3) и пассажирооборот автобусами транспортных предприятий по видам сообщений (рис. 4).

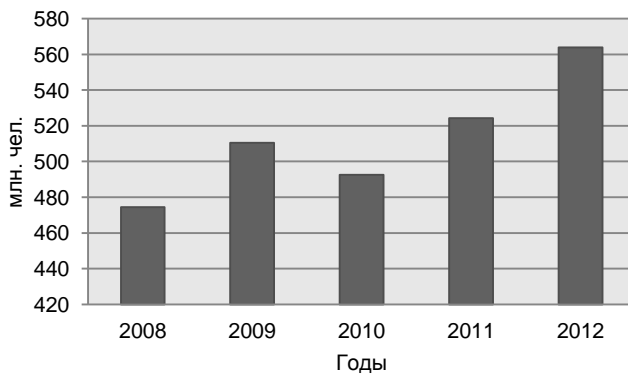


Рисунок 1 – Объем перевозок пассажиров автобусами в КР

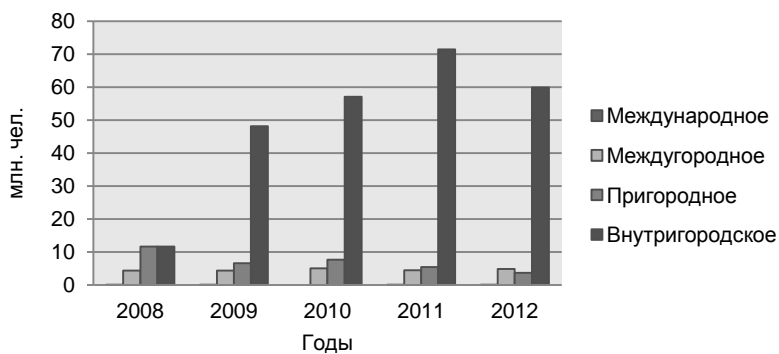


Рисунок2 –Объем перевозок пассажиров автобусами транспортных предприятий по видам сообщений

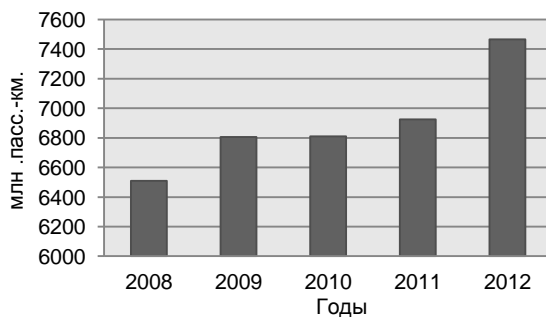


Рисунок3 – Пассажирооборот автобусами

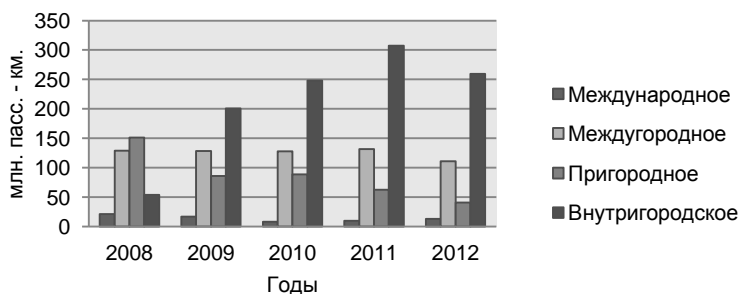


Рисунок4 – Пассажирооборот автобусами транспортных предприятий по видам сообщений

В настоящее время Министерством транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики предпринят ряд практических мер по дальнейшему реформированию существующей системы регулирования, координации, контролю и надзору за деятельностью автомобильного транспорта. Проведена большая аналитическая работа по изучению и разработке нормативных документов, направленных на совершенствование действующего законодательства в сфере автомобильного транспорта, в том числе стратегические документы, определяющие приоритетные задачи развития рынка автомобильной отрасли.

Анализ парка автотранспортных средств республики по срокам нахождения в эксплуатации указывает на прогрессирующее старение подвижного состава, значительная часть автомобилей находится на пределе выработки ресурса и требует обновления. Доля автобусов со сроком эксплуатации более 10 лет возросла с 30 до 48 %.

По размерам объема городских пассажирских перевозок, осуществляемых столичным транспортом, можно сделать вывод, что эти перевозки во много раз превышают перевозки пассажиров по всем остальным регионам республики вместе взятыми.

В настоящее время расширение городских территорий и высокие темпы урбанизации обостряют проблему городского транспорта, темпы развития которого не соответствуют росту подвижности городского населения.

Общая численность населения г. Бишкек по данным Национального статистического комитета Кыргызской Республики на 2013 г. составляет 894,6 тыс. чел. (рис. 5).

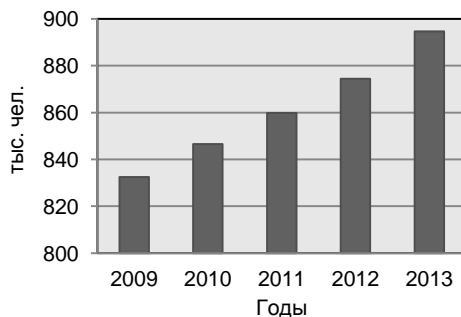


Рисунок 5 – Численность населения г. Бишкек

В г.Бишкек до 30 % жителей затрачивают на передвижение не менее 1 часа, в то время как в соответствии с действующими нормами и правилами максимальные затраты времени на передвижение (в один конец) не должны превышать 40 мин в крупных городах и 30 мин – во всех остальных. Такие же нормы затрат времени пассажирами на передвижение часто наблюдаются и за рубежом.

Снижение затрат времени на передвижение - одна из наиболее важных частных целей качества перевозок пассажиров, так как этот показатель также определяет степень транспортной усталости пассажиров.

Согласно Временным правилам организации пассажирских перевозок автомобильным транспортом КР рекомендуемые нормативы затрат времени перевозок пассажиров следующие:

- на поездку в автобусах на городских маршрутах должно быть не более 30 мин;
- на ожидание одной посадки - не более 10 мин, на посадку - 5 мин.

Время непосредственно поездки определяется скоростью сообщения. При этом необходимо учитывать дополнительное время на возможную пересадку с маршрута на маршрут. Следует иметь ввиду, что отдельные элементы этого критерия могут противоречить один другому, т.е. минимизации подлежат именно общие затраты времени.

Во второй главе проведено исследование вариантов выбора городским населением способа передвижения, а также проведено анкетно – опросное обследование пассажирских перевозок в столице.

На выбор способа передвижения влияет пол, возраст и социальный статус городского населения, цели передвижений (трудовые, культурно - бытовые), система тарифов и т.д.

Различают коэффициенты пользования транспортом φ_{mp} в передвижениях между конкретными центрами тяготения i и j и средний по городу коэффициент пользования транспортом $\varphi_{mp\text{ ср.}}$.

Первый из них определяется конкретными характеристиками транспортной связи между центрами i и j , второй – интегральной характеристикой транспортной ситуации в городе.

Коэффициент $\varphi_{тр\ ср}$ определяет два главных показателя – это населенность города и степень его автомобилизации. С ростом населения города (территориальных размеров) и уровня автомобилизации увеличивается $\varphi_{тр\ ср}$ (рис. 6).

Коэффициент $\varphi_{тр}$ растет с увеличением дальности и приведенной скорости передвижения (рис. 7), как видно из графика наиболее интенсивный рост наблюдается в зоне небольшой дальности поездки пассажира. Благодаря этому, расчет $\varphi_{тр}$ для передвижений на дальние расстояния получается наиболее точным, чем на короткие. Наибольшие погрешности связаны с расчетами передвижений на расстояние до 1 – 1,5 км.

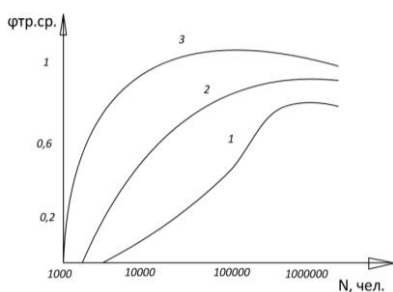


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента пользования транспортом и уровня автомобилизации города: 1 – невысокий уровень автомобилизации (50 авт. на 1000 жителей), 2 – умеренный уровень (от 50 до 150 авт. на 1000 жителей), 3 – высокий уровень (до 500 авт. на 1000 жителей)

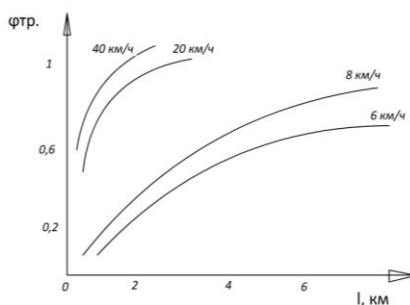


Рисунок 7 – Зависимость коэффициента пользования транспортом от дальности передвижения с приведенной скоростью

Физические измерения более объективны, но наблюдения качественного характера часто позволяют отразить основные особенности сложного явления. Кроме того, наблюдения качественного характера могут стать объективными, если информацию собирают при помощи опросных анкет.

Учитывая эти положения, обследование проводилось с помощью специально разработанных анкет.

Вопросы анкет были сформулированы таким образом, чтобы они точно и определенно отражали сущность изучаемого предмета, так как получаемые сведения, безусловно, в первую очередь зависят именно от этого. Кроме того, был тщательно продуман порядок задаваемых вопросов: вопросы, поставленные в целесообразной последовательности, значительно облегчают задачу проводимого обследования.

При постановке задачи исследования предполагалось, что существует несоответствие между имеющимся реальным уровнем и уровнем требований, предъявляемых в настоящее время к городскому пассажирскому транспорту вследствие неполного использования потенциальных возможностей системы обслуживания пассажиров.

Сформулированная выше общая задача, в свою очередь, подразделяется на ряд подзадач, которые нашли отражение в вопросах анкеты.

Методика исследования заключается в следующем: опрос проводился с помощью анкеты, как в индивидуальной, так и групповой форме.

В ходе исследования было опрошено более 200 респондентов, возрастная структура которых: 18 – 27 лет – 42%, 28 – 37 лет – 28,5%, 38 – 47 лет – 12,5%, 48 – и старше – 17%. В итоге среди опрошенных респондентов преобладают лица молодого возраста.

Статус социального положения распределился следующим образом: служащие – 72,4%, студенты – 9,8%, безработные – 9,8%, предприниматели – 6,2%, домохозяйки – 1,8%. Таким образом, в социальном положении среди респондентов преобладают служащие.

Представленные ниже вопросы, которые были заданы респондентам, касались работы городского общественного пассажирского транспорта. Опрос был проведен способом самостоятельного заполнения анкет респондентами.

После проведения опроса сделан следующий вывод: жители столицы нуждаются в сокращении времени поездки, комфортности и безопасности поездки, и, самое главное, готовы платить больше за предоставление таких услуг городским пассажирским транспортом. Исходя из этих потребностей пассажиров, наиболее полно отвечающим всем этим требованиям, является автобус, который будет работать в комбинированном режиме движения, обычного и скоростного.

Третья глава посвящена разработке математической модели для повышения качества обслуживания пассажиров на городских автобусных маршрутах.

Большинство математических моделей предполагают использование только обычного режима движения автобусов на городских маршрутах. Недостатком такого подхода является то, что при этом не учитываются показатели качества обслуживания пассажиров и, в частности,

время поездки. Предлагаемый подход подразумевает, что внешний по отношению к автобусу транспортный поток влияет на его скорость сообщения, причем влияние это различается по перегонам.

Для количественной проверки целесообразности учета этих, а также ряда других факторов была разработана математическая модель. Эта модель определяет наиболее эффективный режим движения подвижного состава на маршруте с точки зрения минимальных суммарных затрат времени пассажиров на поездки. При этом предполагается, что на маршруте будет использоваться комбинированный режим движения.

Суть математической имитационной модели в следующем, имеется автобусный маршрут с характеристиками:

n – число остановочных пунктов на маршруте;

$d_{i-(i+1)}$ – длина перегона между остановочными пунктами;

$i=n-1$ – число перегонов между остановочными пунктами.

Значит длина маршрута равна сумме длин перегонов:

$$D_M = \sum_{i=1}^{n-1} d_{i-(i+1)} . \quad (5)$$

Известна межостановочная матрица корреспонденций пассажиров с нулевой диагональю:

$$\begin{array}{cccccc} 0 & p_{12} & p_{13} & \dots & p_{1,n} \dots p_{1,n} & \\ & 0 & p_{23} & \dots & p_{2,i} \dots p_{2,n} & \\ & & & \dots & \dots & \\ & & & 0 & \dots & p_{i,n} \\ & & & & & 0 \end{array} , \quad (6)$$

где p – количество пассажиров, вошедших на остановке, соответствующей первой цифре индекса, и сошедших на остановке, соответствующей второй цифре индекса.

Отсюда сумма всех пассажиров по каждой строке представляет собой число пассажиров, вошедших на соответствующем остановочном пункте:

$$p_i^e = \sum_{i=i+1}^n p_{i-(i+1)}^c , \quad (7)$$

где p_i^e – число пассажиров, вошедших на i -ом остановочном пункте, пасс.; $p_{i-(i+1)}^c$ – число пассажиров, сошедших на $i+1$ -ом остановочном пункте, пасс.

Сумма всех пассажиров по каждому столбцу равна всем сошедшим пассажирам на данном остановочном пункте:

$$p_i^c = \sum_{i=1}^{i=i-1} p_{(i-1)-i}^c, \quad (8)$$

где p_i^c – число пассажиров, сошедших на i -ом остановочном пункте, пасс.; $p_{(i-1)-i}^c$ – число пассажиров, приехавших с любого $i-1$ остановочного пункта на i -ый остановочный пункт, пасс.

Общий объем перевозок будет иметь следующий вид:

$$\sum_{i=1}^{n-1} p_i^e = \sum_{i=2}^n p_i^c = W_n. \quad (9)$$

Число пассажиров, проехавших по перегону между i -м и $(i+1)$ -м остановочным пунктом:

$$p_{i-(i+1)}^n = \sum_{i=1}^i p_i^e - \sum_{i=2}^i p_i^c = p_{(i-1)-i}^n - p_i^c + p_i^e, \quad (10)$$

где $p_{(i-1)-i}^n$ – число пассажиров, проехавших на перегоне между $(i-1)$ -м и i -м остановочным пунктом, пасс.

В приведенной системе необходимо минимизировать общие затраты времени на поездку пассажиров:

$$\min_{k \in K} \sum_{k=1}^{W_n} T_k, \quad (11)$$

где $k=1$ – текущий индекс пассажира; T_k – затраты времени на перемещение k -го пассажира, ч; W_n – общее число перевозимых пассажиров.

Предположим, необходимо перевезти известное количество пассажиров на отдельном городском автобусном маршруте за определенный промежуток времени (час, сутки и т.д.). Поскольку пассажиры перемещаются на автобусах, работающих в комбинированном режиме, тогда общее количество перевозимых пассажиров рассчитаем по формуле:

$$W_n = W_o + W_c, \quad (12)$$

где W_o, W_c – число пассажиров, проехавших на автобусах, работающих в обычном и скоростном режимах движения, пасс.

При этом предполагается, что пассажиру предоставляются две возможности удовлетворения его потребности в перемещении, в частности, предлагаются автобусы, работающие в комбинированном режиме движения (обычный и скоростной). Тогда необходимое количество автобусов рассчитывается по следующей формуле:

$$A = a_o + a_c, \quad (13)$$

где a_o, a_c – соответственно количество автобусов, работающих в обычном и скоростном режиме движения, ед.

Обозначим k_1 – текущий индекс пассажира, проехавшего на автобусе, работающим в обычном режиме, и k_2 – текущий индекс пассажира, воспользовавшегося автобусом скоростного режима. Далее обозначим i_1 – текущим индексом обычного автобуса и i_2 – текущим индексом скоростного.

Суммарные затраты времени всех пассажиров на маршруте должны быть минимальными:

$$\sum_{k=1}^{W_n} T_k = \sum_{k_2=1}^{W_o} T_{k_2}^o + \sum_{k_1=1}^{W_c} T_{k_1}^c, \quad (14)$$

где T_k^o, T_k^c – суммарные затраты времени на поездку у пассажиров, совершающих поездку в обычном и скоростном режимах, ч.

Первое и второе слагаемые в данной формуле могут быть выражены следующим образом:

$$\sum_{k_1=1}^{W_o} T_o = \sum_{i_2=1}^{a_o} \sum_{k_2=1}^{W_o} T_{i_2 k_2}, \quad (15)$$

$$\sum_{k_1=1}^{W_c} T_c = \sum_{i_1=1}^{a_c} \sum_{k_1=1}^{W_c} T_{i_1 k_1}. \quad (16)$$

Наложим на модель ограничения:

$$K = K_1 \cup K_2 \quad (17)$$

$$K_1 = \{I_{\min} \leq I \leq I_{\max}; t_{cp}^o \langle t_{cp}^c; V_c^o \leq V_c^c \}, \quad (18)$$

где I – интервал движения автобусов, мин; t_{cp} – среднее время поездки пассажиров, ч; V_c – скорость сообщения, км/ч.

$$K_2 = \{W_o + W_c \geq q; l_{cp}^o \leq l_{cp}^c; 0,1 \leq \gamma_n^o, \gamma_n^c \leq 1\}, \quad (19)$$

где W – объем перевозок, пасс.; q – пассажироместа на маршруте, пасс. мест.; l_{cp} – средняя дальность поездки пассажиров, км; γ – номинальная вместимость подвижного состава.

Определение оптимального комбинированного режима движения автобусов на маршруте представляет собой экстремальную задачу на минимизацию суммарных затрат времени пассажиров с учетом заданных ограничений. В качестве целевой функции задачи выступают суммарные затраты времени пассажиров на передвижение по маршруту, включая время: подхода к пункту посадки, ожидания автобуса, посадки в автобус, поездки, высадки из автобуса, движения от пункта высадки до места назначения.

Наиболее сложным моментом в решении данной задачи является выбор переменной, характеризующей не отдельные составляющие режимы движения, а комбинированный режим движения в целом. Основное отличие комбинированного режима движения от обычного состоит в том, что при данном режиме движения на каждой остановке маршрута останавливаются не все автобусы, работающие на маршруте, а только какая-то их часть (доля). При этом доля автобусов, останавливающихся на каждом остановочном пункте маршрута, зависит только от режима движения и, следовательно, точно характеризует комбинированный режим движения автобусов относительно данного остановочного пункта. Поэтому в качестве переменной для рассматриваемой задачи определения оптимального комбинированного режима движения автобусов на маршруте принята доля автобусов b_j , которые должны останавливаться на каждой j – ой ($j=1, 2, \dots, n$) остановке маршрута при комбинированном режиме движения. Основное ограничение на переменную $0 \leq b_j \leq 1$.

Суммарные затраты времени пассажиров на передвижения по маршруту T_j в зависимости от доли автобусов b_j , останавливающихся на каждой остановке маршрута:

$$T_j = \frac{2p_{1j}t_{об}}{Ab_j} - \frac{p_{2j}\delta_j t_{об}(1-b_j)}{t_{об} - \delta_j b_j} - M, \quad (20)$$

где p_{1j} – число пассажиров, пользующихся j – ой остановкой маршрута; p_{2j} – число пассажиров, проезжающих мимо j – ой остановки маршрута; A – число автобусов на маршруте; $t_{об}$ – время оборота обычного автобуса на маршруте, мин; δ_j – среднее время задержки автобуса на j – ой остановке, мин; M – постоянная часть общих затрат времени пассажиров, пользующихся другими видами общественного транспорта, мин.

Для нахождения оптимального режима движения автобусов относительно остановочных пунктов маршрута необходимо определить значение b_j , при котором достигается минимум суммарных затрат времени пассажиров T_j (с учетом указанных выше ограничений).

В соответствии с условием минимума функции одной переменной математическая модель рассматриваемой задачи представляет собой совокупность n дифференциальных уравнений:

$$\frac{dT_j}{db_j} = 0. \quad (21)$$

Решение этих уравнений определяет оптимальное значение b_j для каждой остановки маршрута.

При регулярном движении автобусов на маршруте и отсутствии отказов в посадке формула определения b_j примет следующий вид:

$$b_j = \sqrt{\frac{p_{1j}(t_{об} - \delta_j)}{2Ap_{2j}\delta_j}}, \quad (22)$$

при этом для общего комбинированного режима движения:

$$b_j = \begin{cases} b_j, & \text{если } b_j \leq 1 \\ 1, & \text{если } b_j > 1 \end{cases}. \quad (23)$$

На практике b_j вычисляют с точностью до 0,1.

Приведенная выше формула позволяет исследовать зависимость оптимального из параметров p_{1j} , p_{2j} , A , $t_{об}$, δ_j . Варьируя значениями этих параметров, имеется возможность моделировать соответствующие ситуации на маршруте и определять необходимые изменения в организации движения автобусов.

Четвертая глава содержит результаты внедрения и расчет экономической эффективности предложенных мероприятий на городском автобусном маршруте.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования нашли отражение в практическом применении. Описанная в предыдущей главе методика построения оптимальных комбинированных режимов движения автобусов была реализована в Бишкекском пассажирском автотранспортном предприятии на действующих автобусных маршрутах.

Рассмотрим в качестве примера три городских автобусных маршрута №3, № 7 и № 29, организованные по описанной методике. Для

повышения скорости сообщения на маршрутах был введен комбинированный режим движения, состоящий из обычного и скоростного режима движения автобусов (табл. 2).

В табл. 3 приведены обобщенные данные, подтверждающие высокую эффективность организации комбинированных режимов движения автобусов на рассмотренном маршруте. Как видно из приведенной таблицы организация комбинированных режимов движения обеспечила существенное улучшение ряда показателей качества и эффективности работы автобусов.

Если экономия времени пассажиров от введения скоростных рейсов больше 5 мин ($\Delta t \geq 5$), то можно считать, что практически все пассажиры, которые могут воспользоваться скоростными рейсами, будут ими пользоваться. В случае, когда экономия времени меньше 5 мин ($\Delta t < 5$), то необходимо сделать поправку на тех пассажиров, которые предпочтут воспользоваться первым подошедшим, в частности, обычным рейсом. Экономия времени пассажиров от введения комбинированных режимов движения на автобусных маршрутах г. Бишкек показана на рис. 8.

Таблица 2 – Основные параметры автобусных маршрутов

Наименование параметров	Обычный режим	Скоростной режим
Автобусный маршрут №3		
Число остановок	38	19
Время оборота автобусов, мин.	158	127,6
Число автобусов, ед.	17	8
Интервал движения, мин.	9	16
Автобусный маршрут №7		
Число остановок	28	19
Время оборота автобусов, мин.	138	123,6
Число автобусов, ед.	19	8
Интервал движения, мин.	7	15
Автобусный маршрут №29		
Число остановок	46	16
Время оборота автобусов, мин.	186	138
Число автобусов, ед.	14	6
Интервал движения, мин.	13	23

Таблица 3 – Эффективность организации комбинированных режимов движения автобусов на маршрутах

Показатели	Значения		
Тип используемого автобуса	«Ясин» JS 6851H1		
Автобусные маршруты	№3	№7	№29
Число подвижного состава маршруте, ед.	25	27	20
Эксплуатационная скорость на маршруте, км/ч			
- при обычном режиме движения	17	18	16
- при скоростном режиме движения	20,5	20	21
Показатели эффективности мероприятий			
Увеличение количества отправок автобусов в час на:	0,72	0,38	0,65
Увеличение провозной возможности маршрута (%) на:	7,6	3,2	10,1
Средняя экономия времени на поездку пассажирами, пользующихся скоростными рейсами, мин:	7,2	3,2	10,8

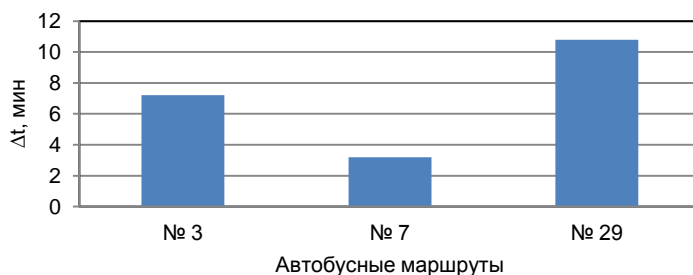


Рисунок 8 – Средняя экономия времени пассажиров, пользующихся скоростными рейсами

После проведенных мероприятий скорость сообщения подвижного состава повысилась на 10 – 15 %, заметно сократились суммарные затраты времени пассажиров, уменьшилась наполняемость автобусов. Одновременно расход топлива в перерасчете на один автобус снизился на 8%, а число пассажиров возросло на 15 – 20%.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В диссертационной работе решена актуальная задача оптимизации планирования, организации и управления перевозками пассажиров.

По результатам выполненных работ можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что на городских автобусных маршрутах затраты времени пассажиров превышают рекомендуемые нормативы Правил организации пассажирских перевозок автомобильным транспортом в городе Бишкек.

2. Исследование технических факторов, влияющих на уровень обслуживания пассажиров, позволил выделить фактор – время движения автобуса, который непосредственно влияет на эффективность работы подвижного состава на линии.

3. Предлагаемая в работе методика организации комбинированных форм сообщения позволяет в зависимости от конкретных условий городских маршрутов, платы за проезд и выбранного критерия эффективности определить оптимальный вариант организации комбинированных форм, включающих скоростное и обычное сообщение, исходя из минимума суммарных затрат времени пассажиров на передвижения, включая затраты времени на следование и ожидание.

4. Разработанная математическая модель оценки качества транспортного обслуживания пассажиров позволяет оценивать суммарные затраты времени пассажиров на передвижения в зависимости от межостановочной матрицы корреспонденций, длины маршрута, матрицы расстояний поездок пассажиров, интенсивности движения и плотности транспортного потока.

5. Анализ результатов использования разработанной методики показал, что эксплуатационные затраты при существующей форме организации значительно выше затрат при предлагаемой форме, экономический эффект имеет положительное значение, следовательно, предлагаемая форма организации перевозок пассажиров является экономически эффективной.

6. Внедрение полученных результатов на линиях маршрутов городского пассажирского транспорта города Бишкек подтвердило возможность их практического применения. При этом на первом этапе внедрения на действующих автобусных маршрутах позволило сократить потери времени пассажиров в среднем на 7 мин и получить увеличение провозной возможности маршрута на 6,9%. Результаты выполненных исследований могут быть использованы Управлением городского транспорта мэрии г. Бишкек, автотранспортными организациями и науч-

но – исследовательскими учреждениями для решения задач, связанных с повышением качества транспортного обслуживания населения.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОТРАЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ:

1. Раззаков, М.И. Оптимизация режимов движения автобусов в г.Бишкек [Текст] /М.И. Раззаков// Материалы V Международной научно – технической конференции «Современные автомобильные материалы и технологии». – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2013. – С.119 – 123.

2. Раззаков, М.И. Повышение качества обслуживания пассажиров на автобусных маршрутах г. Бишкек [Текст] / М.И. Раззаков // Республиканский научно – теоретический журнал «Наука и новые технологии» №4. – Бишкек: 2013. – С.47 – 50.

3. Раззаков, М.И. Повышение качества обслуживания пассажиров на городских автобусных маршрутах [Текст] / М.И. Раззаков // Научный журнал «Поиск». Министерства образования и науки Республики Казахстан. №1, - Алматы: 2012. – С. 228 – 232.

4. Раззаков, М.И. Анкетно – опросное обследование городских пассажирских перевозок [Текст] / М.И. Раззаков // Известия КГТУ им. И.Раззакова № 23. – Бишкек, 2011. – С. 48 – 51.

5. Раззаков, М.И. Совершенствование работы маршрутных такси в г.Бишкек [Текст] / М.И. Раззаков // Республиканский научно – теоретический журнал «Наука и новые технологии» №7. – Бишкек: 2010. – С.97 – 99.

6. Раззаков, М.И. Логистика и городские пассажирские перевозки [Текст] / М.И. Раззаков, Б.Т. Торобеков // Вестник КГУСТА. Выпуск 2(28) – Бишкек, 2010. – С. 81 - 83.

7. Раззаков, М.И. Проблемы рынка пассажирских автобусных перевозок в г.Бишкек [Текст] / М.И. Раззаков, Б.Т. Торобеков // Известия КГТУ им. И.Раззакова №14. – Бишкек, 2008. – С. 8 – 10.

8. Раззаков, М.И. Государственное регулирование деятельности общественного пассажирского транспорта [Текст] / М.И. Раззаков, Б.Т. Торобеков, К.К. Атабеков // Вестник КГУСТА. Выпуск 2(20) – Бишкек, 2008. – С. 40 - 42.

9. Раззаков, М.И. Совершенствование регулирования деятельности городского пассажирского транспорта [Текст] / М.И. Раззаков // Известия КГТУ им. И.Раззакова №12. – Бишкек, 2007. – С. 166 – 167.

Раззаков Медер Иматбековичтин “Шаардык автобустук ташуулардын кыймылынын режимин өркүндөтүү” аттуу темадагы 05.22.10 – автомобиль унаасын колдонуу адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденүүгө диссертациясынын

КЫСКАЧА МАЗМУНУ

Ачкыч сөздөр: шаардык жүргүнчүлөрдү ташуулар, жүргүнчүлөр агымы, бириктирилген кыймыл режимин, барып келүүгө кеткен убакыттын суммалык чыгымдары.

Изилдөө объекти: изилдөө объекти шаардык жүргүнчү ташуу унаасынын системи болуп саналат.

Иштин максаты: Бишкек шаарынын шаардык автобустук каттамдарынын унаа тармагында бириктирилген формаларды жана каттоо режимдерин рационалдуу уюштуруу негизинде тейлөө сапатын жакшыртуу жана кыймылдоочу курамдын колдонуу эффективдүүлүгүн жогорулатуу.

Изилдөө ыкмалары жана аппаратурасы: Бишкек шаарындагы автобустук каттамдардагы жүргүнчүлөрдү ташуу процессин HD DVR R300 видео каттоочтун жардамы менен натурдук изилдөөлөр жүргүзүлдү, жүргүнчүлөрдү ташуунун сапаты атайын иштелип чыккан анкеталарды колдонуу менен сурамжылоо ыкмасы менен жүргүзүлдү.

Алган натыйжалар жана алардын жаңылыгы:

- шаардык каттамдарда автобустардын бириктирилген кыймыл режимин киргизүү боюнча сунуштар иштелип чыккан;
- ар аялдама сайын токтогон автобустардын санына жараша шаардык автобустук каттамдарда жүрүүгө жүргүнчүлөрдүн кетирген убактын саноо ыкмасы, колдонулуп жаткан саноолордон айырмачылыгы башка коомдук унаалардын түрлөрүн колдонгон жүргүнчүлөрдүн жалпы убактын эске алуусу;
- шаардык автобустук каттамдарда жүрүүгө жүргүнчүлөрдүн кетирген убактын баалоо математикалык модели, колдонулуп жаткан моделдерден айырмачылыгы каттамдардагы автобустардын кыймыл режимин эске алат.

Пайдалануу даражасы: Сунушталган иш чаралар Бишкек шаарынын мэриясынын унаа башкармалыгы тарабынан маалымат катары кабыл алынды.

Колдонуу жааты: автомобиль унаасын колдонуу жана шаардык автобустук жүргүнчүлөрдү ташуулар.

РЕЗЮМЕ

диссертации Раззакова Медера Иматбековича на тему «Совершенствование режимов движения городских автобусных перевозок (на примере г.Бишкек)» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.10 – эксплуатация автомобильного транспорта.

Ключевые слова: городские пассажирские перевозки, пассажиропоток, комбинированные режимы движения, суммарные затраты времени на поездку.

Объект исследования: система городского пассажирского транспорта.

Цель работы: повышение эффективности использования подвижного состава и улучшение качества обслуживания пассажиров на базе рациональной организации комбинированных форм и режимов сообщения на городских автобусных маршрутах транспортной сети города Бишкек.

Методы исследования:наблюдение за процессом перевозки пассажиров на автобусных маршрутах в г. Бишкек проводились с помощью натурных исследований, с использованием видеорегистратора (HDDVR300), определение качества городских пассажирских перевозок проводилось с помощью анкетно–опросного метода с использованием специально разработанных анкет.

Полученные результаты и их новизна:разработаны рекомендации по введению комбинированных режимов движения автобусов на городских маршрутах; методика расчета суммарных затрат времени пассажиров на передвижения по маршруту в зависимости от доли автобусов, останавливающихся на каждой остановке маршрута, учитывающая общие затраты времени пассажиров, пользующихся другими видами общественного транспорта; математическая модель оценки затрат времени на поездку пассажиров на городских автобусных маршрутах, учитывающая режим движения автобусов на маршруте.

Степень использования: предложенные мероприятия были приняты к сведению Управлением городского транспорта мэрии г. Бишкек.

Область применения: эксплуатация автомобильного транспорта и пассажирские городские автобусные перевозки.

SUMMARY

Dissertation Razzakov Meder Imatbekovich on the theme: “Perfection of modes of movement city bus transportation (for example, Bishkek city)” for the degree of candidate of technical sciences on specialty 05.22.10 - exploitation of motor transports.

Keywords: urban passenger services, passenger flow, the combined driving modes, total costs of travel time.

Object of study: object of study is the system of urban passenger transport.

Objective of the work: efficiency improvements the rolling stock and improve the quality passenger service on the basis of rational organization of combined forms and modes of movement on city bus routes urban transport system in Bishkek.

Methods of research: Observation of the carriage of passengers on the bus routes in Bishkek were performed using full-scale studies, using the DVR HD R300, questionnaire - debriefing survey urban passenger on the bus routes in Bishkek.

The results obtained and their novelty: developed recommendations for the introduction of combination regimens of buses on city routes; method of calculating the total time spent on the movement of passengers on the route, depending on the proportion of buses stopping at each stop of the route, unlike the previous ones is that the overall time taken into account passengers using other modes of public transport; mathematical model estimates the cost travel time of passengers on city bus routes, which in contrast to existing models, takes into account the mode of movement of buses on the route.

The results of the research can be used by the Office of City Hall Urban Transport, of transport organizations and scientific - research institutions to meet the challenges associated with improving the quality of public transport services.

Extent of use: proposed activities were noted by the Mayor's Office of Urban Transport Bishkek.

Sphere of application: exploitation of motor transports and passenger city bus transportation.

