

МАЛЫХИНА ЕЛЕНА АЛЕКСЕЕВНА

**Разработка методов и моделей управления перемещениями населения
в городской пассажирской системе**

05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Республика Казахстан
Усть-Каменогорск, 2010

Работа выполнена в Восточно-Казахстанском Государственном техническом университете им.Д.Серикбаева

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор **Мутанов Г.М.**

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор **Ахметов Б.С**

кандидат технических наук,
доцент **Шпак А.В.**

Ведущая организация: РОО «Национальная
инженерная академия РК»

Защита состоится «20» мая 2010 г. в «16.00» часов на заседании диссертационного совета ОД 14.13.03 при Казахском национальном техническом университете имени К.И.Сатпаева по адресу: 050013, Республика Казахстан, г.Алматы, ул.Сатпаева, 22, нефтяной корпус, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке КазНТУ имени К.И.Сатпаева

Автореферат разослан «_____» апреля 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор техн. наук, профессор

Б.Х.Айтчанов

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования.

Переход экономики Республики Казахстан на рыночную основу затронул и сферу деятельности городской пассажирской системы (ГПС). От эффективности осуществления внутригородской подвижности в значительной степени зависит качество жизни населения страны в целом.

В настоящее время все участники городской пассажирской системы оперируют в ней согласно рыночным механизмам. Регулирование и управление процессами распределения подвижности по альтернативам ее реализации отсутствует, что привело, в свою очередь, к значительному ухудшению всех основных параметров ГПС.

Таким образом, распределение подвижности городского населения по способам ее реализации должно быть регулируемым. При этом необходимо рассматривать городскую пассажирскую систему полностью, которая включает все альтернативы реализации подвижности, так как управление только внутри одной альтернативы также существенно влияет и на показатели остальных. И вместе с тем, для осуществления эффективного управления распределением подвижности населения в рыночных условиях требуются принципиально новые подходы к научно-теоретическому обеспечению этого процесса.

С точки зрения управления (как оперативного, так и стратегического) внутригородской подвижностью недостаточно знать сложившуюся структуру перемещений, которая может быть определена обследованиями. Необходимы количественные методики, позволяющие прогнозировать распределение подвижности среди альтернатив ее реализации и поведение этой структуры при изменениях свойств города, его населения, стоимости ресурсов и т.д., а также ее реакции на управленческие воздействия. В настоящее время требуется совершенствование теоретических представлений о механизмах рыночного взаимодействия и рыночного регулирования в приложении к задаче управления городской пассажирской системой.

Недостаточная разработанность научно-теоретических представлений и отсутствие комплексности подхода к проблеме управления подвижностью и внутригородскими перемещениями населения, а также их распределением по альтернативам осуществления обусловили актуальность диссертационного исследования, его предмет, цели и задачи.

Целью исследования является определение принципов поведения населения при выборе способа перемещения и разработка на этой основе методов и моделей управления внутригородскими перемещениями населения в городской пассажирской системе, которые позволят повысить эффективность ее функционирования.

Поставленная цель потребует решения следующих **задач**:

- обоснование и разработку критериев выбора населением способа перемещения;

- разработку модели оценки распределения перемещений населения по способам их осуществления в городской пассажирской системе;
- разработку критериев эффективности управления городской пассажирской системой для оперативного и стратегического уровня;
- разработку модели управления городской пассажирской системой и процессом распределения подвижности населения по способам перемещений с целью осуществления процесса принятия решений на государственном уровне в оперативном и стратегическом плане.
- практическую апробацию эффективности использования разработанных моделей.

Объектом исследования являются теоретические закономерности поведения населения при осуществлении внутригородской подвижности и возможности влияния на это поведение путем изменения условий выбора способа перемещения.

Предметом исследования является совокупность факторов, принципов, методов, критериев и моделей, определяющих поведение городской пассажирской системы.

Научные положения диссертационного исследования и их **новизна** состоит в следующем:

- разработан транзакционный критерий и методы выбора населением способа перемещения, учитывающего как условия этого выбора, так и свойства самого выбирающего субъекта, позволяющий на его основе определить факторы управления процессом распределения городской подвижности населения;
- разработана вероятностная модель оценки распределения перемещений населения по способам их осуществления, с ограничением по количеству альтернатив;
- разработана комбинаторная модель оценки распределения перемещений населения по способам их осуществления, адаптированная для городских пассажирских систем с неограниченным количеством альтернатив;
- разработана имитационная модель оценки распределения перемещений населения по способам их осуществления, учитывающая особенности городских пассажирских систем Казахстана;
- разработаны критерии и модель управления городской пассажирской системой.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанные методы и модели управления внутригородскими перемещениями населения могут быть использованы в качестве инструмента обоснования решений в области работы и развития городских пассажирских систем органами государственного управления всех уровней.

Апробация результатов исследования. Основные теоретические положения и выводы докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях: «Проблемы современной науки: актуальность, направления, перспективы» (Усть-Каменогорск, 2002), «Современные проблемы, тенденции

и перспективы управления региональными социально-экономическими системами» (Усть-Каменогорск, 2002), «Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния» (Екатеринбург, 2004), Международной Казахстанско-Российской научно-практической конференции (Усть-Каменогорск, 2004), «Автоматизация и управление. Перспективы, проблемы решения» (г. Алматы, 2007), «Роль технических вузов в становлении инновационной экономики» (г. Усть-Каменогорск, 2008).

Отдельные результаты работы были использованы при принятии управленческих решений в области регулирования тарифов на городском пассажирском транспорте общего пользования при проведении тендеров, разработке и корректировке маршрутной сети г. Усть-Каменогорска КГП «Центр управления пассажирскими перевозками» и «Управлением пассажирского транспорта и автодорог ВКО». Результаты диссертационной работы внедрены также в учебный процесс Восточно-Казахстанского Государственного технического университета им. Д. Серикбаева.

Публикации по теме исследования. Основные положения диссертации опубликованы в 15 научных работах, из которых 5 работ опубликовано в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки для публикации основных научных результатов диссертаций.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографии (161 наименование) и приложений. Основное содержание диссертационной работы изложено на 136 страницах машинописного текста, иллюстрированного таблицами и рисунками.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В области теории пассажирских перевозок и управления городскими пассажирскими системами работало много крупных ученых и специалистов. Среди них, прежде всего, следует отметить А.Х. Зильберталя, Г.В. Шейляховского, А.М. Якшина, Г.А. Гольца, А.А. Полякова, И.С. Ефремова, В.М. Кобозева, В.А. Юдина, В.Л. Швеца, М.С. Фишельсона, С.А. Ваксмана и многих других. Среди представителей западной школы можно выделить таких выдающихся представителей, как Вильсон А. Дж (A.J. Wilson), Клег Дж. (Clegg, J.), Мэйбург А. Г. (Meuburg A.H.), Ж. Вивье, Беймборн Е. (Beimborn E.), Г. Рат (H. Rat), Дж. Кенворти, Ф. Лаубе и других.

Вместе с тем, в теории управления внутригородской подвижностью имеется целый ряд недостаточно исследованных моментов. Существует множество разночтений при подходах к оценке эффективности работы пассажирских систем, особенно в области связи показателей подвижности и формирующихся в сфере городского хозяйства ущербов (эффектов), зависящих от структуры, величины, качества и стоимости перемещений. Нет надежных методик оценки влияния свойств подвижности на экологический ущерб, потери, связанные с ростом времени перемещений, издержки в дорожном строительстве и т.д. Сам состав оценочных критериев, учитывающих общественную эффективность этого процесса, не является общепринятым.

Вместе с тем, без системы критериев невозможно сформировать цели управления и учитывать последствия управленческих решений в данной сфере.

Реализованная подвижность населения в городе является потенциально управляемым процессом, так как ее величина и структура зависят от условий перемещения в городе. Изменяя эти условия можно воздействовать на выборы населения и, тем самым, на способы ее реализации.

Действия людей при выборе способа перемещения (или отказа от него) регулируются институциональной средой, заключающейся в структуре механизмов, обеспечивающих эффективность внутригородских перемещений по альтернативам осуществления. Таким образом, управление внутригородской подвижностью возможно только на основании смещения предпочтений населения при выборе способа перемещения коррекции за счет институциональной среды их осуществления.

Исходя из общественных интересов, внутригородская подвижность должна быть регулируема внешним по отношению к населению фактором, обеспечивающим реализацию общесистемных интересов. Таким внешним регулятором может быть только государство, имеющее возможность изменения институциональной среды для внутригородских перемещений.

Основным субъектом, определяющим процессы, происходящие при формировании внутригородской подвижности населения, является население города, причем не в виде совокупного субъекта, а в виде совокупности индивидуумов, каждый из которых самостоятельно принимает решения о методах и способах осуществления перемещений. Таким образом, изучение закономерностей внутригородских перемещений базируется на теории поведения потребителей на рынке внутригородских перемещений. Принятие решений населением о способах выполнения перемещения формирует объем и структуру внутригородских перемещений, от которых, в свою очередь, зависят характеристики внутригородской подвижности, эффекты и ущербы, связанные с осуществлением этого процесса.

Для разработки критерия выбора населением способа перемещений было предложено обобщение методов теории концептуального институционализма, маркетинговых принципов и энергоэнтропийного подхода, что позволило предложить теорию поведения потребителей при выборе способа перемещения на основе минимизации транзакционных издержек, связанных с осуществлением внутригородской подвижности.

Основываясь на данных методологических подходах были сформулированы основные принципы поведения населения при выборе способа перемещения и критерии, которые положены в основу этого выбора. Это принцип адаптивности, принцип целесообразности, принцип управляемости и принцип инерционности.

Использование данных принципов позволяет обосновать методический аппарат, который может быть положен в основу оценки влияния управленческих воздействий на величину и структуру внутригородской подвижности.

Во второй главе диссертации на основе проведенного анализа и определения основных принципов поведения субъекта в городской пассажирской системе разработан транзакционный критерий выбора населением способа перемещения и модели оценки распределения подвижности населения по способам перемещений.

В общем случае выражение для критерия выбора того или иного способа передвижения можно представить в виде:

$$K_i = A_1^i + A_2^i * L + \frac{A_3^i * L + A_4^i}{D} \quad (1)$$

где A_1^i - время, затрачиваемое на перемещение, не зависимо от его расстояния, час;

A_2^i - время, затрачиваемое на перемещение, пропорциональное его расстоянию, час/км;

A_3^i - затраты на единицу длины перемещения, тенге/км;

A_4^i - затраты, которые зависят от расстояния перемещения, тенге;

D – доход на душу населения субъекта перемещения, тенге/час.

L – расстояние перемещения, км;

Расчетные соотношения для коэффициентов A_1 , A_2 , A_3 и A_4 в различных видах сообщения для трех альтернатив перемещения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Расчетные соотношения для коэффициентов критерия выбора способа перемещения

Коэффициент критерия	Пешее перемещение	ГПТОП	Личный автомобиль
A_1	0	$\frac{P_{неи}}{3P_c * V_{неи}} + \frac{P_{ож} * L_{мар}}{2 * A_3 * V_3}$	$\frac{L_{парк} * P_{неи}}{V_{неи}}$
A_2	$A_2 = \frac{P_{неи}}{V_{неи}}$	$\frac{1}{V_c}$	$\frac{P_{лич}}{V_{лич}}$
A_3	0	0	$P_{на} * S_{1км}$
A_4	0	тариф за проезд	$\frac{(C_{авт}/T_{сл} + 3_{год}) * P_{вмен}}{N_{год}} + C_{пост}$

где $V_{неи}$ – скорость пешего движения, км/час;

$P_{неи}$ – коэффициент психологической оценки затрат времени на пешее движение;

P_c – плотность маршрутной сети, км/км²;

$P_{ож}$ – коэффициент психологической оценки времени ожидания;

$I_{дв}$ – интервал движения транспортных средств на маршруте, час;
 $L_{мар}$ – суммарная длина маршрутов ГПТОП, км;
 $A_{э}$ – число эксплуатационных единиц ГПТОП, ед;
 $V_{э}$ – эксплуатационная скорость движения ГПТОП, км/час;
 $V_{с}$ – скорость сообщения на ГПТОП, км/час;
 $L_{парк}$ – среднее расстояние до места парковки автомобиля, км;
 $P_{лич}$ – психологическая оценка времени движения в легковом автомобиле;
 $V_{лич}$ – скорость легкового автомобиля, км/час;
 $P_{на}$ – коэффициент психологической оценки не адресных затрат;
 $S_{1км}$ – ставка переменных затрат на 1 км пробега, тенге/км;
 $Ц_{авт}$ – средняя стоимость легкового автомобиля, тенге;
 $T_{сл}$ – средний срок службы автомобиля, лет;
 $З_{год}$ – годовые постоянные затраты на автомобиль, тенге;
 $N_{год}$ – среднее число поездок в год, ед;
 $P_{вмен}$ – коэффициент психологической оценки вмененных затрат;
 $С_{пост}$ – величина постоянных затрат во время поездки, тенге.

Выбирая способ перемещения, субъект минимизирует величину транзакционных издержек. Их величина определяется множеством факторов, и целесообразность того или иного выбора зависит от размеров критерия выбора в каждой из доступных альтернатив. Чем меньше критерий для определенной альтернативы, тем выше вероятность ее выбора.

Представленные зависимости критериев выбора от расстояния перемещения и душевого дохода населения позволили построить методику оценки вероятности выбора населением способа перемещения. В случае единичного перемещения оценка выбора достаточно проста: определяются критерии для каждой альтернативы перемещения, и выбор производится по наименьшему из них. Так как в городской пассажирской системе совершаются миллионы перемещений, следовательно, можно говорить только о вероятности выбора населением того или иного способа передвижения. Доля перемещений, для которых какая-либо альтернатива является предпочтительной, в силу закона больших чисел, и будет представлять собой вероятность выбора населением данного способа передвижения. Соотношение вероятностей выбора того или иного способа перемещения определяет структуру перемещений населения по видам. Если население имеет N доступных способов осуществления перемещений, то сумма вероятностей выбора каждого из них должна равняться единице.

Выражение (2) определяет уравнение критерия выбора для способа перемещения. Приравнивая формулу критерия для пешего движения к формуле для ГПТОП и выразив из полученного равенства расстояние перемещения, получим величину расстояния, при котором выполнение пешего перемещения и перемещения на ГПТОП равноэффективно:

$$L_{gr1} = \frac{D * (A_1^{ГПТОП} - A_1^{new}) + (A_4^{ГПТОП} - A_4^{new})}{D * (A_2^{new} - A_2^{ГПТОП}) + (A_3^{new} - A_3^{ГПТОП})} \quad (2)$$

где D – душевой доход субъекта перемещения, тенге/час;

$A_1^{new}, A_1^{ГПТОП}$ – затраты времени, не зависящие от расстояния, час;

$A_2^{new}, A_2^{ГПТОП}$ – коэффициенты пропорциональности между расстоянием и временем перемещения, час/км;

$A_3^{new}, A_3^{ГПТОП}$ – коэффициенты пропорциональности между расстоянием и стоимостью перемещения, тенге/км;

$A_4^{new}, A_4^{ГПТОП}$ – стоимость перемещения, не зависящая от расстояния, тенге.

L_{gr1} представляет собой граничное расстояние, при котором субъекту с душевым доходом D целесообразно переходить с пешего движения (при расстояниях $L < L_{gr1}$) на ГПТОП (при расстояниях $L \geq L_{gr1}$). Зависимость L_{gr1} от величины душевого дохода представлена на рисунке 1.

Аналогично можно представить зависимость от доходов для граничного расстояния перехода с ГПТОП на личный транспорт:

$$L_{gr2} = \frac{D * (A_1^{лич} - A_1^{ГПТОП}) + (A_4^{лич} - A_4^{ГПТОП})}{D * (A_2^{ГПТОП} - A_2^{лич}) + (A_3^{ГПТОП} - A_3^{лич})} \quad (3)$$

При расстояниях перемещения, равных L_{gr2} , субъекту с душевым доходом D эффективность перемещения на ГПТОП и личном автомобиле представляется одинаковой. Зависимость L_{gr2} от D также представлена на рисунке 1.

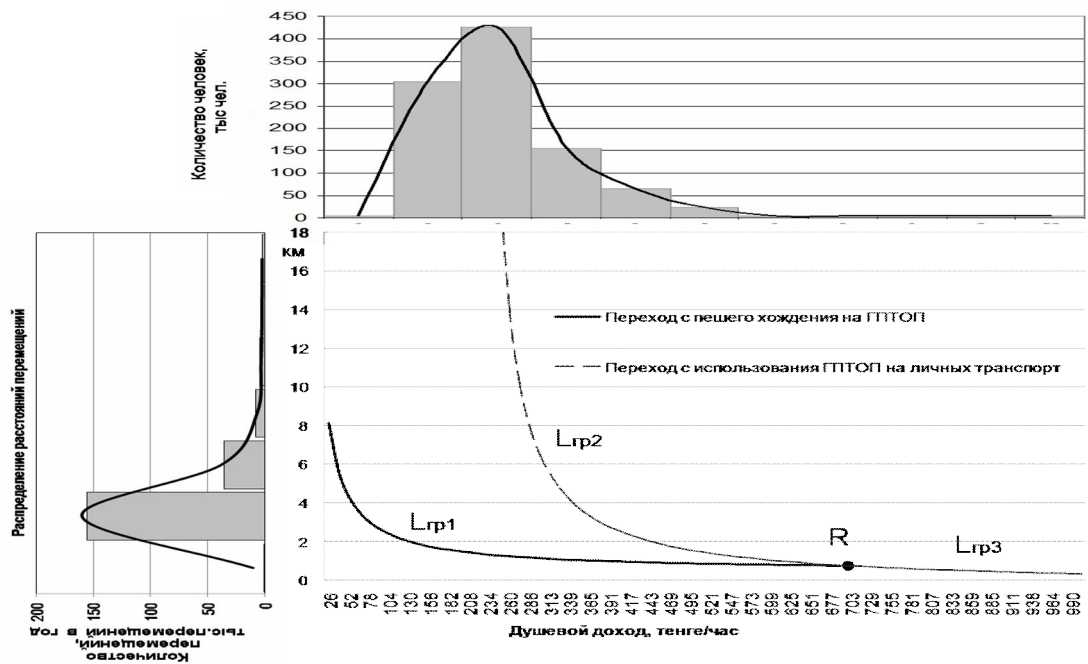


Рисунок 1 – Сегментация городской пассажирской системы по способам перемещений

Таким образом, вероятностная модель оценки распределения подвижности населения по альтернативным способам ее реализации была сформулирована в виде:

$$P_{ГПТОП} = \int_0^{R} \int_{L_{зр1}}^{L_{зр2}} f_1(L) dL * f_2(D) dD,$$

$$P_{неиш} = \int_0^R \int_0^{L_{зр1}} f_1(L) dL * f_2(D) dD + \int_R^{\infty} \int_0^{L_{зр3}} f_1(L) dL * f_2(D) dD, \quad (4)$$

$$P_{лич} = 1 - P_{ГПТОП} - P_{неиш},$$

где f_1 – плотность распределения перемещений по расстоянию;

f_2 – плотность распределения населения по душевым доходам;

$L_{зр1}$, $L_{зр2}$, $L_{зр3}$ – функции расстояний перехода от душевого дохода, определяемые по (2), (3) и (5) соответственно.

Где

$$L_{зр3} = \frac{D * (A_1^{лич} - A_1^{неиш}) + (A_4^{лич} - A_4^{неиш})}{D * (A_2^{неиш} - A_2^{лич}) + (A_3^{неиш} - A_3^{лич})}, \quad (5)$$

$$R = \frac{-Z_2 + \sqrt{Z_2^2 - 4Z_1Z_3}}{2Z_1}, \quad (6)$$

$$Z_1 = A_2^{ПГ} * A_1^{ГЛ} - A_1^{ПГ} * A_2^{ГЛ},$$

$$Z_2 = A_2^{ПГ} * A_4^{ГЛ} + A_3^{ПГ} * A_1^{ГЛ} - A_2^{ГЛ} * A_4^{ПГ} - A_1^{ПГ} * A_3^{ГЛ}, \quad (7)$$

$$Z_3 = A_3^{ПГ} * A_4^{ГЛ} - A_4^{ПГ} * A_3^{ГЛ},$$

$$A_1^{ПГ} = A_1^{неиш} - A_1^{ГПТОП} \quad A_1^{ГЛ} = A_1^{ГПТОП} - A_1^{лич}, \quad (8)$$

$$A_2^{ПГ} = A_2^{неиш} - A_2^{ГПТОП} \quad A_2^{ГЛ} = A_2^{ГПТОП} - A_2^{лич},$$

$$A_3^{ПГ} = A_3^{неиш} - A_3^{ГПТОП} \quad A_3^{ГЛ} = A_3^{ГПТОП} - A_3^{лич},$$

$$A_4^{ПГ} = A_4^{неиш} - A_4^{ГПТОП} \quad A_4^{ГЛ} = A_4^{ГПТОП} - A_4^{лич}.$$

Так как в точке $D = R$ все три граничных расстояния равны друг другу ($L_{зр1}=L_{зр2}=L_{зр3}$) и вероятность выбора ГПТОП обращается в ноль, то, несмотря на кусочность задания (4), результирующие функции вероятностей получаются гладкими (без разрыва в точке $D = R$).

Данная методика позволяет при известных законах распределения расстояний перемещения и душевых доходов населения получить зависимости вероятности выбора населением способа перемещения от всех факторов, входящих в вычисляемые коэффициенты критериев выбора. Случай выбора из

трех альтернатив может быть обобщен на произвольное количество способов перемещения, правда, с потерей графической наглядности.

Использование вероятностной модели встречает сложности при числе альтернатив выбора более трех. В этом случае логика определения точек перехода с одной альтернативы на другую становится очень трудной для анализа. Этим проблем удастся избежать, используя комбинаторный подход к решению этой же проблемы.

Для упрощения расчетов также по предложенной методике также предлагается численный метод оценки на основе имитационной модели. Данный подход обеспечивает наиболее простой способ оценки вероятности выбора населением способа перемещения. Простота программной реализации и удобство пользования позволяют рекомендовать данный алгоритм как основу для практических расчетов, применяемых для анализа влияния социально-экономических, градостроительных и технико-эксплуатационных факторов города на структуру подвижности городского населения.

На рисунке 1 представлен алгоритм численной оценки вероятности выбора населением способа перемещения.

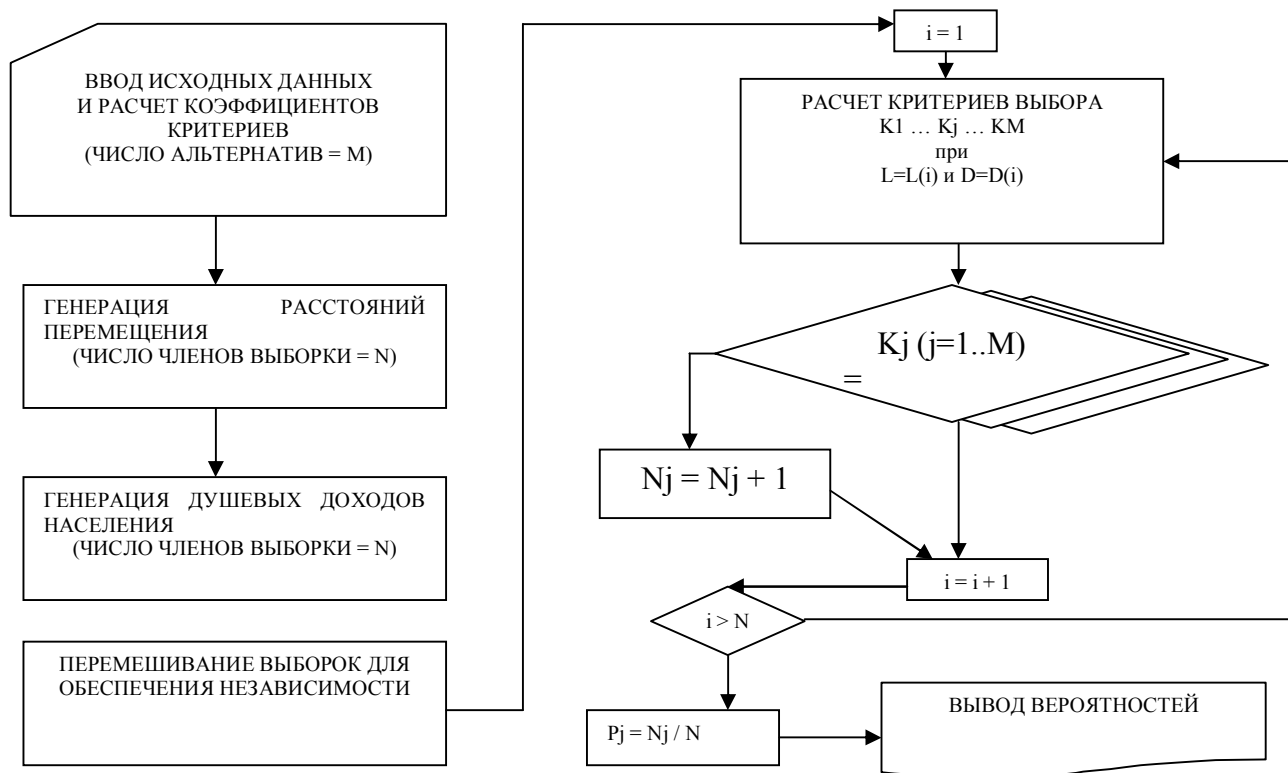


Рисунок 2 – Алгоритм реализации имитационной модели оценки распределения перемещений населения в городской пассажирской сети

Наиболее ответственными моментами имитационного алгоритма решения этой задачи являются генерации выборки перемещений по расстоянию и величине душевого дохода субъекта перемещения. От того, насколько

имитируемая выборка соответствует реалиям фактических перемещений, зависит адекватность полученных результатов по оценке структуры спроса. В модели используются генераторы случайных чисел, работающие по заданной гистограмме распределения.

Данный метод обеспечивает значительно меньшую чувствительность к количеству интервалов разбиения исходных гистограмм, по сравнению с аналитическими.

В таблице 2 приведено сравнение результатов оценки вероятностей выбора населением способов перемещения для всех трех рассмотренных методик.

Таблица 2 - Сравнение результатов моделирования выбора населением способа перемещения различными методами

Метод модели	Вероятность выбора способа перемещения		
	Пешее движение	ГПТОП	Личный автомобиль
Вероятностная модель	0,319	0,589	0,092
Комбинаторная модель	0,313	0,589	0,098
Имитационная модель	0,287	0,616	0,096

Как следует из таблицы 2, сравнительная погрешность методов невелика и объясняется влиянием шага разбиения гистограмм для вероятностной и комбинаторной моделей.

Таким образом, данная совокупность моделей позволяет:

- исследовать влияние градостроительных факторов, социально-экономических параметров населения, технико-экономических характеристик городской пассажирской системы и стоимостей эксплуатационных ресурсов на поведение населения при выборе способа перемещения;
- оценивать объемы и структуру перемещений населения, и изменение этих объемов под воздействием предполагаемых управленческих воздействий и действующих или прогнозируемых параметров внешней и внутренней среды.

В третьей главе диссертационного исследования была проведена идентификация моделей. Идентификация моделей была проведена по 3-м городам (г.Усть-Каменогорск, г. Альбукерке (США), г. Алматы). Города существенно различаются по численности и плотности населения, уровню социально-экономического развития, характеристикам транспортной системы и т.д. Были проведены оценка параметров генератора душевых доходов населения и оценка параметров генератора расстояний перемещения.

Анализ распределения душевых доходов в ВКО показал, что распределение имеет вид гамма-закона:

$$f(X, A, B) = \frac{X^{A-1}}{B^A * \Gamma(A)} * \exp\left(-\frac{X}{B}\right), \quad (9)$$

где X – размер душевого дохода;
A и B – параметры закона.

Наиболее приемлемым способом оценки расстояний перемещения городского населения в настоящее время является сочетание опросов населения и анкетирования его на рабочих местах. Таким образом, было проведено анкетирование населения г.Усть-Каменогорска, в результате чего было обработано 15 470 анкет. Также использовались данные, предоставленные университетом Нью-Мексико, г.Альбукерке (США) и данные управления пассажирскими перевозками г.Алматы.

Для идентификации модели расчетные данные сравнивались с фактическими. По результатам этого сравнения был сделан вывод об адекватности модели исследуемому процессу.

Средняя величина ошибки по всем рассматриваемым показателям равна 3,5%, что допустимо при оценочных расчетах.

Таким образом, был сделан вывод, что предложенные модели перемещений городского населения достаточно полно соответствует реальной картине в городах различного типа и социально-экономического развития.

В четвертой главе изложены методические принципы управления внутригородской подвижностью населения и городской пассажирской системой (ГПС).

В главе определены процессы, происходящие при формировании структуры подвижности населения. Они происходят под влиянием трех групп факторов: факторы среды; управляемые факторы системы; случайные возмущения.

Также была сформулирована задача управления ГПС Казахстана с учетом особенностей ее развития.

Таким образом, в соответствии с наиболее важными субъектами взаимоотношений на рынке внутригородских перемещений, цели и критерии управления можно разделить на три части:

- критерий социальной эффективности управления, E_c ;
- критерий экологической эффективности управления, $E_э$;
- критерий экономической эффективности управления, $E_д$.

В предлагаемой работе система управления подвижностью населения разделена на два уровня: стратегическое управление и оперативное.

Общая функция управления системой распределения пассажиропотоков по альтернативным видам транспорта (агрегированный критерий эффективности функционирования городской пассажирской системы) имеет вид:

$$E = a * E_c + v * E_э + c * E_д, \quad (10)$$

где a, v, c - весовые коэффициенты ($a + v + c = 1$), значения определяются по экспертным оценкам);

- E_c - критерий социальной эффективности управления;
- $E_э$ - критерий экологической эффективности управления;
- $E_д$ - критерий экономической эффективности управления.

где

$$\begin{aligned}
 E_c &= D \cdot Q \cdot \sum_i P_i \cdot t_i \cdot \beta_i, \\
 E_\vartheta &= K_{pac} \cdot K_{cm} \cdot \sum P_i \cdot L_i \cdot H_p \cdot Q / q_i, \\
 E_\delta &= C_{1км} \cdot \sum P_i \cdot K_{рази} \cdot L_i \cdot Q / q_i,
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

где D – душевые доходы населения, тенге/час;

Q – общий объем внутригородских перемещений, пер/пасс;

P_i – вероятность выбора i -го способа перемещения;

T_i – затраты времени в перемещениях i -го вида, час;

t_i – среднее время перемещения в i -ом виде сообщения, час;

β_i – коэффициент психологического предпочтения i -го вида перемещений;

K_{pac} – коэффициент, учитывающий условия рассеяния воздушного загрязнения;

K_{cm} – коэффициент приведения;

L_i – средний пробег i -го вида транспорта, км;

H_p – средняя норма расхода топлива i -м видом транспорта, л/100 км;

q_i – вместимость i -го вида транспорта, пасс;

$C_{1км}$ – удельные затраты на ремонт 1 км дорожного полотна, тенге/км;

$K_{рази}$ – удельный коэффициент разрушений дорожного полотна от i -го вида транспорта.

Глобально задача оптимального управления ГПС ставится следующим образом: минимизировать агрегированный критерий эффективности работы ГПС

$$E = a \cdot E_c + v \cdot E_\vartheta + c \cdot E_\delta \rightarrow \min, \tag{12}$$

где a , v и c – весовые коэффициенты ($a + b + c = 1$) определяются экспертным путем и при выполнении необходимых ограничений. Системы ограничений задаются индивидуально для каждого уровня управления.

В общем виде задача управления ГПС в системе альтернативных видов транспорта может быть представлена как двухэтапная задача. Схема взаимодействия этапов решения задачи представлена на рисунке 3.

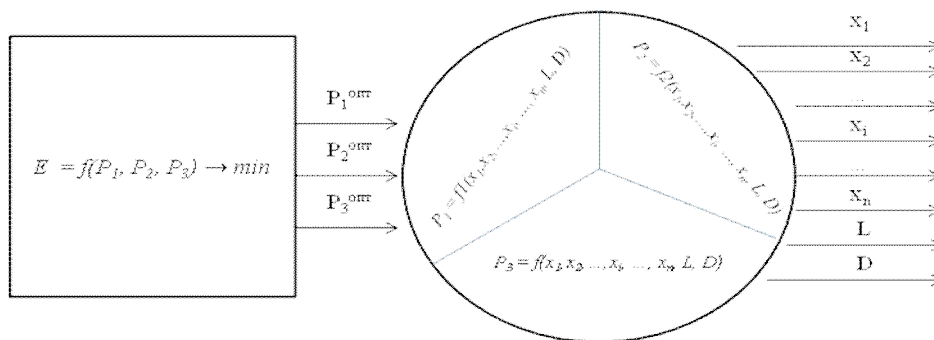


Рисунок 3 – Двухэтапная задача управления перемещениями населения в ГПС

На первом этапе решается задача определения вероятностей выбора населением видов перемещений (P_{1opt} , P_{2opt} , P_{3opt}), минимизирующих агрегированный критерий эффективности работы системы. На втором – нахождение технических, экономических, социальных и прочих факторов, обеспечивающих вычисленные на первом этапе вероятности.

Тогда оптимизационная задача первого этапа:

$$E = \sum P_i \cdot R_i \rightarrow \min, \quad (13)$$

где

$$R_i = a \cdot D \cdot Q \cdot \sum t_i \cdot \Pi_{ncixi} + b \cdot K_{cm} \cdot K_{pac} \cdot Q \cdot \sum U_{iвыб} + c \cdot C_{1км} \cdot \sum K_{рази} \cdot L_i / q_i,$$

$$U_{iвыб} = L_i \cdot H_{pi} / q_i,$$

P_1 или $P_{пеш}$ – вероятность выбора населением пешего хождения;

P_2 или $P_{ГПТОП}$ - вероятность выбора населением ГПТОП;

P_3 или $P_{лич}$ - вероятность выбора населением личного автомобиля,

При следующих ограничениях:

$$P_i \leq 1,$$

$$P_i \geq 0,$$

$$\sum Q / q_i \leq \rho,$$

$$\sum U_{iвыб} \leq U_{max},$$

где

ρ - средняя пропускная способность улиц города, авт/год;

U_{max} – предельно допустимая концентрация вредных веществ в атмосфере, г;

при $i=1$ соответствует пешему перемещению, $i=2$ соответствует передвижениям на городском пассажирском транспорте общественного пользования, а $i=3$ соответствует перемещениям на личном транспорте.

Первый этап задачи относится к задачам линейного программирования и может решаться стандартными методами, такими как симплекс-метод. Также решение можно найти, используя среду EXCEL, через «Поиск Решения». Здесь используются алгоритмы симплексного метода и метода «branch-and-bound» для решения линейных и целочисленных задач с ограничениями.

Второй этап решения задачи основан на определении транзакционного критерия выбора населением способа перемещения.

И тогда на втором этапе решаются задачи (3) – (8), где закон распределения душевых доходов населения задан гамма-законом

$$f_2(D, A_2, B_2) = \frac{1}{B_2^{A_2} \Gamma(A_2)} D^{A_2-1} \exp\left(-\frac{D}{B_2}\right) \text{ с параметрами } A_2=1,35 \text{ и } B_2=33,3,$$

закон распределения расстояний перемещения задан гамма-законом

$$f1(L, A1, B1) = \frac{1}{B1^{A1} \Gamma(A1)} D^{A1-1} \exp\left(-\frac{L}{B1}\right) \text{ с параметрами } A1=6 \text{ и } B1=1000.$$

При том, что значения A_1, A_2, A_3 и A_4 для i -го способа определяются по таблице 3.

Таблица 3 - Расчетные соотношения для коэффициентов критерия выбора способа перемещения

Коэффициент критерия	Пешее перемещение	ГПТОП	Личный автомобиль
A_1	0	$x_{15}/3x_7 \cdot x_3 + x_{18} \cdot x_4/2$	$x_8 \cdot x_{15}/x_3$
A_2	x_{15}/x_3	x_{16}/x_1	x_{17}/x_2
A_3	0	0	$x_{18} \cdot x_{19}$
A_4	0	x_6	$(x_{12}/T + x_{11}) \cdot x_{20}/x_{14} + x_5$

Здесь x_1, \dots, x_n – параметры управления системой альтернативных видов транспорта; при $\{X_j\}, j \in O$ – множество факторов оперативного уровня управления; $\{X_z\}, z \in S$ – множество факторов стратегического уровня управления с ограничениями, задаваемыми отдельно на каждом из трех уровней управления системой. Список переменных, управляемых на каждом уровне, приведен в таблице 4.

Таблица 4 - Параметры управления в зависимости от уровня управления приведены в таблице

Уровень управления	Интервал времени между решением и результатом	Управляющие структуры	Параметры управления	Факторы среды
Стратегический	1-10 лет	Министерство транспорта	x_8, x_9, x_{10}	$x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}$
Оперативный	0,12 – 0,4 года	Городские акиматы департаменты транспорта	$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$	x_{15}, x_{16}, x_{17}

- где x_1 – эксплуатационная скорость автобуса, км/ч;
 x_2 - эксплуатационная скорость личного транспорта, км/ч;
 x_3 - средний интервал движения автобусов, мин;
 x_4 - средняя стоимость парковки личного автомобиля, тенге;
 x_5 - тариф за проезд в ГПТОП, тенге;
 x_6 - плотность маршрутной сети, км/км;
 x_7 - среднее расстояние до парковки, км;
 x_8 - постоянные затраты на использование личного автомобиля, тенге/год;
 x_9 - стоимость автомобиля, тенге;
 x_{10} - средний срок службы автомобиля, лет;
 x_{11} - скорость пешего хождения, км/ч;

x_{12} - стоимость горюче-смазочных материалов, тенге/л; x_{13} - стоимость топлива, тенге/л;

x_{13} – стоимость топлива, тенге;

x_{14} – общий объем перемещений городского населения на транспортной системе, ед/год;

x_{15} , x_{16} , x_{17} - психологическая оценка населением каждого способа перемещения соответственно.

Таким образом, общий вид решения задачи может быть представлен в виде рисунка 4.

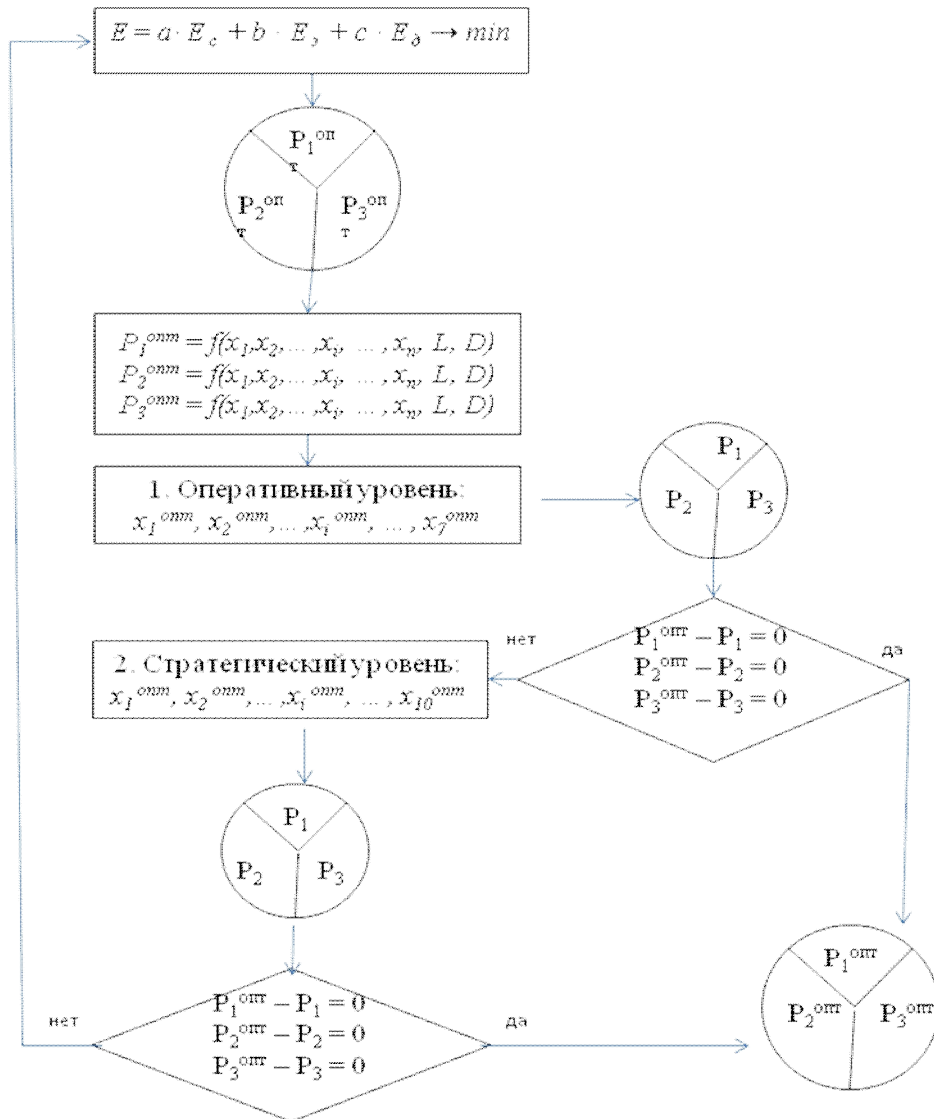


Рисунок 4 – Алгоритм реализации двухэтапной модели управления перемещениями населения в городской пассажирской системе

В работе представлены результаты моделирования управления процессом распределения перемещениями населения.

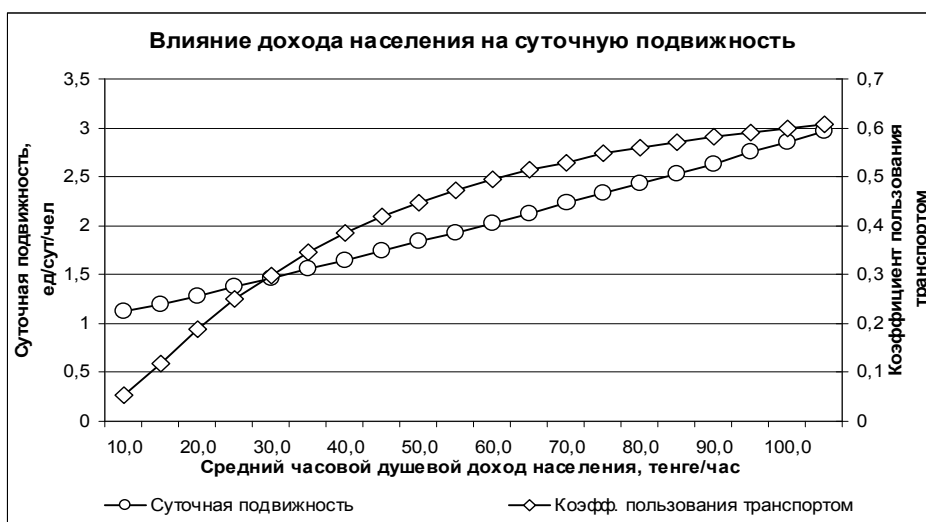


Рисунок 5 – Влияние дохода населения на суточную подвижность

Поскольку уменьшение затрат времени на одно перемещение происходит быстрее роста числа этих перемещений, суммарное время, затрачиваемое на осуществление подвижности, с повышением душевого дохода снижается. Это ведет к сокращению внетранспортных потерь, связанных с затратами времени населения.

На рисунке 6 приведены модельные зависимости вероятностей выбора населением способа перемещения в зависимости от тарифа за проезд в ГПТОП. Условия г. Усть-Каменогорска.

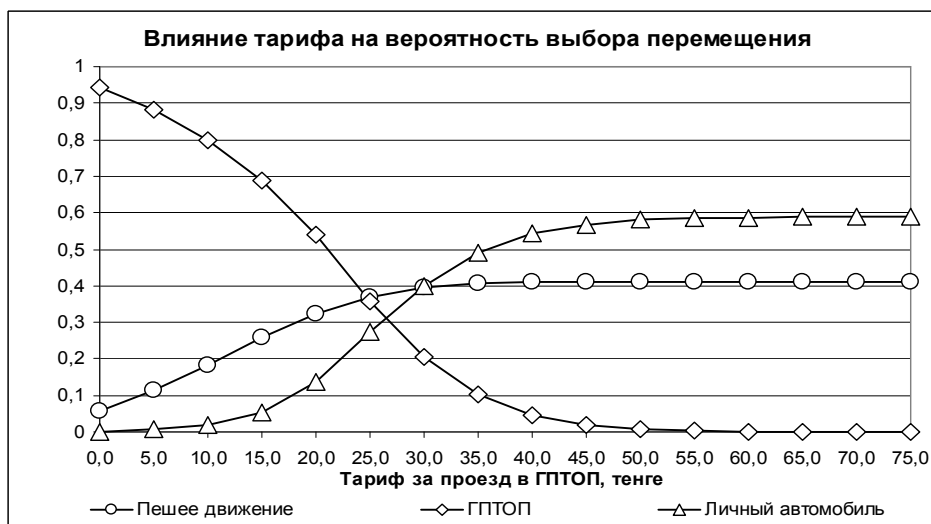


Рисунок 6 – Влияние тарифа на ГПТОП на распределение подвижности населения

Кривая вероятности выбора ГПТОП на рисунке 7 представляет собой кривую эластичности спроса на его услуги относительно цены. Рисунок демонстрирует высокую степень этой эластичности. Однако, она неодинакова для различных условий среды.

В диссертации были исследованы также зависимости распределения перемещений населения по способам их реализации от всех параметров, включаемых в транзакционный критерий выбора населением способа перемещений. В результате этого возможно представить общую схему управления подвижностью городского населения, которую можно представить в виде рисунка 7.

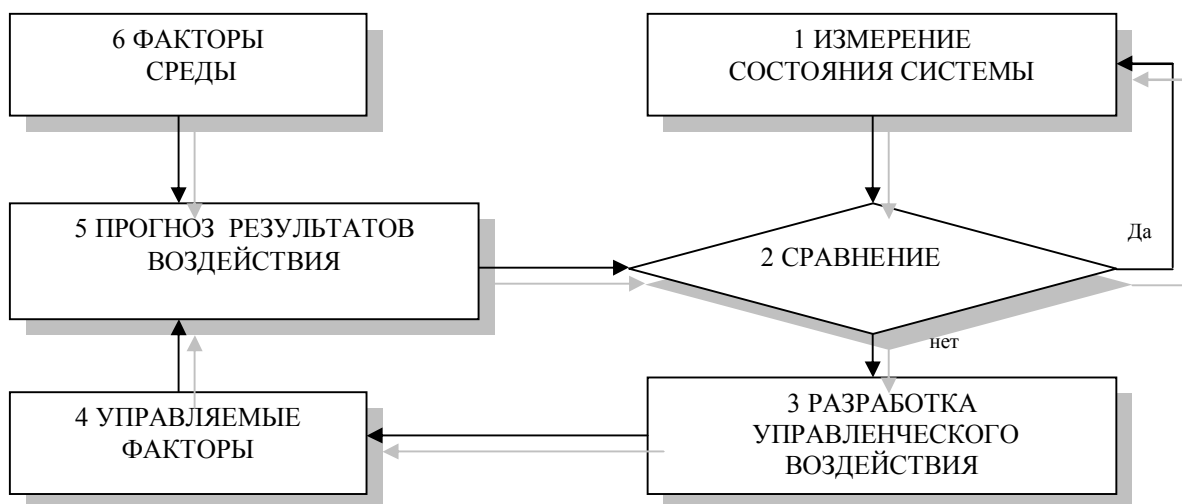


Рисунок 7 – Схема управления ГПС

Таким образом, управление городским общественным транспортом и отдельными его видами должно рассматриваться в контексте общей концепции управления внутригородской подвижностью населения. Попытки управлять одним отдельно взятым видом городского транспорта часто дают неожиданные результаты, так как ведут к изменению структуры спроса на перемещения, то есть к изменению свойств самого объекта управления. При этом улучшение локальных критериев одного из способов осуществления передвижений может сопровождаться ухудшением общей ситуации по всем структурным составляющим подвижности и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного диссертационного исследования можно сделать следующие выводы:

1 Проведенный анализ формирования и распределения подвижности населения в городской пассажирской системе показал необходимость управления этим процессом и позволил выделить основные принципы поведения субъектов при выборе способа перемещения.

2 В работе разработан транзакционный критерий выбора населением способа перемещения. При наличии характеристик внешней среды, критерий позволяет определить вероятность выбора населением способа перемещения.

3 На основе данного критерия разработана вероятностная модель оценки распределения подвижности населения по способам перемещения, с ограничением по количеству альтернатив способов перемещений.

4 Разработана комбинаторная модель оценки распределения подвижности населения по способам перемещения, адаптированная для городских пассажирских систем с неограниченным количеством альтернатив.

5 Разработана имитационная модель оценки распределения подвижности населения по способам перемещения, позволяющая прогнозировать поведение населения при выборе способов перемещения и учитывающая особенности городских пассажирских систем Казахстана.

6 Разработан критерии управления городской пассажирской системой с точки зрения повышения ее социально-экономической эффективности функционирования.

7 На основе предложенных критериев и моделей разработана комплексная модель управления городской пассажирской системой, позволяющая связать состояние внутригородской подвижности по величине и структуре с параметрами города, социально-экономическими свойствами его населения, ее технико-экономическими характеристиками и учитывающая рыночный характер взаимодействия экономических агентов.

8 Разработаны методические основы управления городской пассажирской системой с учетом особенностей развития политики и экономики РК, его государственного устройства и определены основные факторы управления на различных уровнях.

Оценка полноты решений поставленных задач.

Поставленная цель работы достигнута, задачи исследования решены полностью. Результаты исследования доведены до внедрения, что подтверждает достоверность основных положений и выводов.

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов.

Методы и модели управления перемещениями в городской системе могут быть внедрены в Управления пассажирским транспортом и Департаменты пассажирского транспорта всех уровней для обоснования оптимальных показателей функционирования ГПС и проведении тендеров. Результаты работы могут быть также внедрены в предприятия городского пассажирского транспорта для обоснования показателей работы автобусного транспорта на маршрутах.

Оценка технико-экономической эффективности внедрения.

Методы и модели управления перемещениями населения учитывают государственные цели в области оптимизации работы ГПС, оценки затрат и ущербов в этой области, а также позволяют ориентироваться на решение ключевых целей и задач в распределении ресурсов. Социальный эффект такого подхода заключается в том, что транзакционное время перемещения населения в городской пассажирской системе сокращается, что способствует росту благосостояния граждан.

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в этой области.

Проведенный обзор литературы, результаты теоретического и прикладного исследования позволяют сделать вывод о том, что проделанная работа соответствует современному научно-техническому уровню. Подобные работы, рассматривающую проблему управления перемещениями населения в рыночных условиях функционирования городской пассажирской системы практически отсутствуют.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1 Малыхина Е.А., Михайлов А.С. Оценка влияния душевого дохода на вероятность выбора способа перемещения в городе //Проблемы современной науки: актуальность, направления, перспективы: материалы II Республиканской студенческой научно-технической конференции, ВКГТУ им.Д.Серикбаева. - Усть-Каменогорск, 2002. - Ч.1. - С. 288-290.

2 Малыхина Е.А., Михайлов А.С., Михайлова Н.В. Тенденции уровня обслуживания населения городским пассажирским транспортом в Республике Казахстан //Современные проблемы, тенденции и перспективы управления региональными социально-экономическими системами: материалы Международной научно-практической конференции. - Усть-Каменогорск, 2002. - С. 117-119.

3 Малыхина Е.А., Михайлов А.С. Чернова Т.П. Моделирование стратегий обновления парка подвижного состава маршрутных такси в условиях аренды //Современные проблемы, тенденции и перспективы управления региональными социально-экономическими системами: материалы Международной научно-практической конференции, ВКГТУ им.Д.Серикбаева. - Усть-Каменогорск, 2003. - Ч.2. - С. 37-39.

4 Малыхина Е.А., Михайлов А.С. Оценка вероятности выбора населением способа перемещения на основе транзакционного критерия выбора //Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы X международной конференции, УГЭУ. - Екатеринбург, 2004. - С. 201-207.

5 Малыхина Е.А., Михайлова Н.В. Оценка транспортной подвижности населения в г. Усть-Каменогорске //Студент и наука: инновации и перспективы: материалы V Республиканской студенческой научно-технической конференции, ВКГТУ им.Д.Серикбаева. – Усть-Каменогорск, 2005. - Ч.2. - С.258-260.

6 Малыхина Е.А. Режимы городского движения и экология воздушного бассейна города //Проблемы трансграничного загрязнения территорий: материалы Международной Казахстанско-Российской научно-практической конференции, ВКГТУ им.Д.Серикбаева. - Усть-Каменогорск, 2004. - Ч.3. – С.134 – 136.

7 Малыхина Е.А., Михайлова Н.В. Влияние различных факторов на подвижность городского населения //Материалы VI Республиканской студенческой научно-технической конференции, ВКГТУ им.Д.Серикбаева, - Усть-Каменогорск, 2004. - Ч.3. - С.134-136.

8 Малыхина Е.А. Имитационная модель распределения пассажиропотоков по видам транспорта //Автоматизация и управление. Перспективы, проблемы решения: материалы международной конференции КазНТУ, - Алматы, 2007. - Ч.1. - С.205 -209.

9 Малыхина Е.А. Прогнозирование поведения населения при выборе способа перемещения //Роль технических вузов в становлении инновационной экономики: материалы Международной научно-практической конференции, ВКГТУ им.Д.Серикбаева - Усть-Каменогорск, 2008. - С. 203-207.

10 Малыхина Е.А., Михайлова Н.В. Особенности управления городским пассажирским транспортом в Казахстане //Роль технических вузов в становлении инновационной экономики: материалы Международной научно-практической конференции, ВКГТУ им.Д.Серикбаева - Усть-Каменогорск, 2008. - С. 115-119.

11 Малыхина Е.А. Рыночные механизмы управления в системе альтернативных видов транспорта //Вестник КазАТК - Алматы, 2007. - С. 216-230.

12 Малыхина Е.А., Роль государственного регулирования в сфере производственной мощности пассажирских систем //Вестник ВКГТУ им.Д.Серикбаева - Усть-Каменогорск, 2008. - С.114-119.

13 Малыхина Е.А., Роль ценового фактора в управлении городским пассажирским транспортом //Журнал «Саясат». - Алматы, 2008. - №2. - С. 56-60.

14 Малыхина Е.А., Стохастическая модель управления перемещениями населения в городской пассажирской системе //Вестник ВКГТУ им.Д.Серикбаева. - Усть-Каменогорск, 2010. - №1. - С. 103-106.

15 Малыхина Е.А., Актуальные вопросы в области исследований внутригородской подвижности населения //Вестник ВКГТУ им.Д.Серикбаева. - Усть-Каменогорск, 2010. - №1. - С. 106-110.

ТҮЙІНДЕМЕ

Малыхина Елена Алексейқызының

ҚАЛАЛЫҚ ЖОЛАУШЫЛАР ЖҮЙЕСІНДЕГІ ТҮРҒЫНДАРДЫҢ ОРЫН АУЫСТЫРУЫНЫҢ БАСҚАРУ ҮЛГІЛЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІН ӨҢДЕУ

05.13.10 – Әлеуметтік және экономикалық жүйелердегі басқару мамандығы бойынша техникалық ғылым кандидаты дәрежесі қорғауға ұсынылады

Қалалық жолаушылар жүйелерінің қызметінің ауысуына байланысты қалаішілік орын ауысу мен тұрғындар қозғалысын басқару нарықтық негіздің өзекті мәселесіне айналды. Қозғалыс құрылымдарын өзгерту процесі, әсіресе ҚЖЖ міндетіне, жеткізу қиындығының артуына, автокөліктің ластау көлеміне, қаланың инфрақұрылым шығынына және автокөлік кідірісінің пайда болуына әсер етті. Осының барлығы қалалық жолаушылар жүйелерінің қызметінің ауысуына байланысты қалаішілік орын ауысу мен тұрғындар қозғалысын басқаруда жаңа әдістерді ойлап шығару себебін тигізді.

Тұрғындардың қалаішілік орын ауыстыруын басқару үлгілерін өңдеуде ықтималдық теориясы, математикалық статистика, кешенді талдау, имитациялық үлгілеу, сонымен қатар сызықтық бағдарлау және тиімділік әдістері қолданылды.

Зерттеу мақсаты болып, орын ауыстыру әдісін таңдауда тұрғындардың мінез-құлқын анықтау және қалалық жолаушылар жүйелерінің қызметінің ауысуына байланысты қалаішілік орын ауысу мен тұрғындар қозғалысын басқару үлгісі мен әдіс негізін өңдеу оның қызметінің тиімділігін арттырады.

Алдыға қойылған мақсат келесі міндеттерді шешуге көмектеседі:

- тұрғындардың орын ауыстыру әдісін таңдаудың белгісін өңдеу және негіздеу;
- тұрғындардың орын ауыстыруын бөлуді бағалаудың үлгісін өңдеу арқылы қалалық жолаушылар жүйесінде оны іске асыру;
- шұғыл және стратегиялық деңгейге дейін қалалық жолаушылар жүйесін басқарудың тиімділігін өңдеу;
- шұғыл және стратегиялық жоспарда мемлекеттік деңгейдегі шешімді қабылдау процесін іске асыру мақсатында қалалық жолаушылар жүйелерінің қызметінің ауысуына байланысты қалаішілік орын ауысу мен тұрғындар қозғалысын басқару үлгісін өңдеу керек.
- өңделген үлгілерді пайдалану тиімділігінің тәжірибелік апробациясы.

Қалалық жолаушылар жүйесіндегі тұрғындардың орын ауыстыруының басқару үлгілері мен әдістерін өңдеу қорытындысында диссертациялық зерттеу мақсаты мен міндеттері орындалды.

Диссертациялық жұмыста айтылған қорытындылар дұрыстығы негізгі шығарылымдар мен ғылыми-тәжірибелік конференциялардың басылымдарында расталған, сонымен бірге енгізу актісі арқылы көрсетілген. Ұсынылған үлгілер эксперименттік негіз арқылы тексерілген. Үлгілерді пайдалану үшін Өскемен қаласының тұрғындары қозалысының берілісі, сонымен бірге Алматы мен Альбукерке (АҚШ) қалалары тұрғындарының қозғалысының статистикалық берілісі алынған. Автордың өзінің жинаған және жинақтаған Қазақстан Республикасының заңдық және нормативтік актілері, аймақтық статистикалық мәліметтері қолданылған.

Диссертация жұмысында алынған ғылыми қорытынды, Д.Серікбаев атындағы Шығыс-Қазақстан Мемлекеттік техникалық университетінің оқу процессінде қолданылған, сонымен қатар, «Жолаушыларды тасымалдаумен басқару орталығы» КҚК, «ШҚО-ның автожол және жолаушылар көлігін басқаруы» қалалық жолаушылар жүйелерінің тиімді көрсеткіштерін анықтау.

ABSTRACT

Malykhina Yelena Alexeevna

DEVELOPMENT OF METHODS AND MODELS OF MOBILITY MANAGEMENT IN URBAN PASSENGER SYSTEM

on award of Candidate Degree in Engineering Sciences
05.13.10 - Management in social and economic systems

In connection with transition of functioning of urban passenger system (UPS) under the market conditions there was a mobility management problem. Processes of change in mobility structure have especially affected such characteristics of UPS as increase in difficulty of mobility realization, volumes of emissions by motor transport, expenses for an urban infrastructure and occurrence of traffic jams. All it has served as the reason for working out of new methods of mobility management in UPS.

Methods of probability theory, the mathematical statistics, the combinatory analysis, imitating modeling, and also linear programming and optimization methods are used in process of models development.

The core purpose of the research is to define of behavior principles of urban population in the process of making a choice of transportation way and working out new methods and models of mobility distribution management.

On the basis of the purpose the following objectives were set:

- a substantiation and development of criterion of an urban people's choice a transport way;
- working out of model of an estimation of mobility in ups;
- working out of criteria of ups operation efficiency for operative and strategic level management;
- working out of ups management model for the purpose of decision-making process realization at the state level in the operative and strategic plan.
- practical approbation of the developed models efficiency.

Models are important because transportation plans and investments are based on what the models say about future travel. Models are used to estimate the number of trips that will be made on a transportation systems alternative at some future date. These estimates are the basis for transportation plans and are used in major investment analysis, environmental impact statements and in setting priorities for investments. Models are based upon assumptions of the way in which travel occurs.

Transportation modeling is used to develop information to help make decisions on the future development and management of transportation systems, especially in urban areas. It is used as part of an overall transportation planning process which involves a forecast of travel patterns 15 to 25 years into the future and an attempt to develop a future transportation system that will work effectively in the future. Transportation has significant effects on land use, mobility, economic development, environmental quality, government finance and the quality of life. Wise planning is needed to help create high quality transportation services at a reasonable cost with

minimal environmental impact. Failure to plan can lead to severe traffic congestion, dangerous travel patterns, undesirable land use patterns, adverse environmental impact and wasteful use of money and resources. Significant transportation projects require a long lead time for their design and construction.

As a result of working out of methods and models of mobility management all purposes and objectives are executed in dissertational research.

Reliability of conclusions stated in dissertation has been proved by the publication of substantive points in the open press and their discussions at the international scientifically-practical conferences. The offered models have been checked up of experimental data. The data of mobility surveys in Ust-Kamenogorsk, and also statistical mobility data of Almaty and of Albuquerque (USA) were used for identification of models.

The scientific results received in dissertation are used in educational process of the East Kazakhstan State technical university named after D.Serikbaev, and also in mobility research projects by «Control centre of passenger transportations» and «Urban Mass Transportation Administration».