



C.A. Ваксман

*Социально-экономические
проблемы прогнозирования
развития систем массового
пассажирского транспорта
в городах*

*Екатеринбург
1996*

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО
И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Уральский государственный экономический университет

С.А.Ваксман

**Социально-экономические
проблемы прогнозирования
развития систем массового
пассажирского транспорта
в городах**

*Екатеринбург
1996*

ББК 65.9(2) 37-23

B14

Рекомендовано к изданию
издательско-библиотечным советом
Уральского государственного
экономического университета

Рецензенты:

Кафедра теории и практики менеджмента

Уральского государственного университета;

кандидат технических наук, доцент кафедры градостроительства
Уральской архитектурно-художественной академии Заремба А.К.

Ваксман С.А.

Б14 Социально-экономические проблемы прогнозирования
развития систем массового пассажирского транспорта в
городах. - Екатеринбург: изд-во Урал.гос.экон.ун-та, 1996. -
289с. -

ISBN 5-230-14682-6

Данная монография - первое за последние 10 лет издание, посвященное социально-экономическим проблемам прогнозирования массового пассажирского транспорта городов, исследованию закономерностей внутригородских передвижений. Н в материалах собственных исследований по городам СССР, России, Урала и Казахстана автор предлагает модели прогнозирования объемов перевозок в совокупности городов страны, региона, города, влияния на подвижность социальных демографических факторов, анализирует пространственно-временную и равномерность внутригородских передвижений и выявляет механизм действия закона самоорганизации городского движения Г.А.Гольца, приводит результаты сопоставления фактических и желаемых затрат времени на передвижение и организационно-экономические механизмы удовлетворения потребностей населения передвижения на ГПТ.

Монография представляет интерес для руководителей органов государственного и местного самоуправления, руководителей транспортных предприятий ГПТ специалистов проектных и эксплуатационных организаций и может быть использована в качестве учебного пособия при подготовке специалистов в экономических факультетах высших учебных заведений.

32.1.1. - 4468

Б _____ Без объявл.

ЗП 6(03) - 1996

ISBN 5-230-14682-6

ББК 65.9(2) 37-23

© Ваксман С.А., 1996

© Уральский государственный
экономический университет
1996

Памяти замечательного Человека

и Ученого, моего Учителя –

Алексея Александровича Полякова

посвящаю эту работу



Оглавление

Введение	8
Глава 1. Теоретические и методологические проблемы планирования развития транспортных систем городов	16
1.1. Основные понятия	16
1.2. Особенности транспортных систем городов	19
1.3. Теоретические проблемы и методологические основы планирования развития транспортных систем городов	30
Глава 2. Методы укрупненных расчетов объемов перевозок на городском пассажирском транспорте	46
2.1. Методы прогнозирования объема перевозок на ГПТ в совокупности городов страны	46
2.1.1. Постановка задачи о связи маршрутной подвижности на ГПТ и численности населения города	46
2.1.2. Методика исследования и надежность исходной информации	50
2.1.3. Динамика маршрутной подвижности в совокупности городов страны	54
2.1.4. Анализ связи маршрутной подвижности и численности населения городов	60
2.1.5. Теоретические основы методики прогнозирования маршрутной подвижности	70
2.1.6. Проверка исходных гипотез методики прогнозирования маршрутной подвижности	76
2.1.7. Влияние народохозяйственного профиля города и климатических условий на маршрутную подвижность	83
2.2. Прогнозирование объемов перевозок на ГПТ региона	86
2.2.1. Постановка задачи и методика исследования	86
2.2.2. Зависимость застроенной территории города от численности населения	87
2.2.3. Зависимость плотности населения от численности населения города	89
2.2.4. Зависимость маршрутной подвижности от плотности населения	92
2.3. Методы укрупненных расчетов объемов перевозок на ГПТ и транспортной подвижности	95

2.4. Анализ точности прогнозирования развития транспортных систем городов	107
Глава 3. Анализ влияния социально-демографических факторов на абсолютную подвижность и ее параметры	
114	
3.1. Классификация внутригородских передвижений	114
3.2. Задачи и методы изучения внутригородских передвижений	119
3.3. Анализ распределения населения по суточному количеству передвижений	125
3.4. Анализ влияния социально-демографических факторов на внутригородскую подвижность населения	134
3.5. Анализ влияния демографических факторов на параметры внутригородской подвижности	137
Глава 4. Анализ пространственно-временной неравномерности внутригородских передвижений	144
4.1. Анализ целевой и направленческой структуры внутригородских передвижений	144
4.2. Динамика внутригородского расселения	153
4.3. Анализ закономерностей распределения передвижений с разными целями по дальности и затратам времени	158
4.4. Структура затрат времени на передвижения	163
4.5. Анализ влияния протяженности маршрута на среднюю дальность поездки (модели расчета средней дальности маршрутной поездки)	167
4.6. Метод расчета пассажиропотоков в городах	182
4.7. Анализ взаимосвязи затрат времени и дальности передвижений	186
4.8. Анализ изменения направленческо-целевой структуры внутригородских передвижений в зависимости от затрат времени	193
4.9. Анализ взаимосвязи суточной подвижности и ее пространственно-временных характеристик - механизм действия закона самоорганизации городского движения Г.А.Гольца	197
4.9.1. Постановка задачи	197
4.9.2. Анализ влияния суточной подвижности на коэффициент пользования транспортом	202

4.9.3. Анализ влияния подвижности на суточные затраты времени	204
4.9.4. Анализ влияния суточной подвижности на ее структуру по направлениям и целям	208
Глава 5. Организационно-экономические механизмы удовлетворения потребностей населения городов в передвижениях на ГПТ	212
5.1. Маркетинг качества передвижений с разными целями	212
5.1.1 Сравнительный анализ фактических и желаемых затрат времени на поездку	212
5.1.2. Анализ приоритетности факторов при поездках на ГПТ с различными целями	218
5.2. Анализ влияния затрат времени при трудовое передвижение на производительность труда	225
5.3. Механизм экономического взаимодействия в системе “город-предприятие ГПТ - пассажир”	241
Заключение	251
Литература	262
Приложения	281

Введение

Ускорение социально-экономического развития способствует активизации и усложнению внутренних взаимосвязей общества. Это напрямую относится и к связям, поддерживаемым с помощью пассажирского транспорта. Статистика свидетельствует об опережающем росте пассажирских перевозок в общем объеме работы транспортного комплекса страны, хотя их доля остается невысокой.

Прежде всего необходимо отметить повышение роли пассажирского транспорта как материальной основы общения людей по поводу производства. Интенсификация хозяйственной деятельности неизбежно ведет к увеличению числа трудовых и деловых взаимодействий людей, в т.ч. осуществляемых с помощью транспорта.

Еще существеннее становится участие пассажирского транспорта в социальном развитии и духовной жизни общества. Способствуя снятию территориальных ограничений для общения людей, он содействует развитию каждой личности, а также существенно меняет качество среды обитания в городах и сельской местности, повышает социальную ценность территории.

Дальнейшее возрастание роли пассажирского транспорта в территориальной организации производства и расселения потребовало от исследователей, наряду с традиционными, преимущественно региональными подходами к изучению пассажирских связей, транспортной подвижности разных категорий населения и прогнозированию объемов перевозок, перейти к принципиально новым проблемам или изменить подходы к прежним, по-новому осмыслить накопленные знания.

Анализ публикаций последних лет позволяет сделать следующие обобщения о современном состоянии транспортных систем городов и зон их влияния:

несмотря на высокие темпы развития пригородных и междугородних перевозок, доля городского пассажирского транспорта (ГПТ) остается по-прежнему высокой (свыше 75%) и дальнейший прирост транспортной подвижности населения идет также в основном за счет роста внутригородских перевозок;

нарастают межрегиональные и, особенно, внутрирегиональные (по областям, краям, республикам) различия в показателях транспортной подвижности населения, измеряемой числом поездок на 1 жителя за год;

наблюдается чрезмерная концентрация транспортной работы в крупных городах, связанная преимущественно с неблагоприятной транспортно-градостроительной ситуацией, когда интенсивно застраиваются новые районы, появляются зоны индивидуальной застройки, “растягивающие” городское пространство, и экстенсивно нарастают транспортные коммуникации;

в результате растянутости транспортных коммуникаций в крупных городах затраты времени большей части населения в поездках на работу превышают предельно допустимые по СНиП; наполняемость подвижного состава ГПТ составляет 6-10 и более чел/м²;

продолжается нарастание неблагоприятных сдвигов в расселении населения по затратам времени на поездки к месту работы, центрам культурно-бытового обслуживания и отдыха;

несовершенство отраслевой структуры пассажирского транспорта, при которой более 2/3 перевозок выполняется наиболее дорогим и экологически опасным автотранспортом, а также до недавнего времени многозвездность управления транспортом приводят к рассогласованному функционированию всех его видов, низкому качеству обслуживания населения, нерациональному использованию имеющихся средств;

опережающими темпами развиваются легковой ведомственный и, особенно, личный транспорт;

все исследователи пассажирского транспорта отмечают, что современное состояние транспортных систем городов и зон их влияния не соответствуют народнохозяйственному, научно-техническому и социальному потенциалу страны; оно отстает от потребностей населения в перевозках, ведет к потере времени, дискомфорта поездок и транспортной усталости населения; транспорт все более становится источником загрязнения атмосферы в городах и шумового воздействия на жителей.

Новые и нетрадиционные направления изучения социально-экономических проблем ГПТ связаны прежде всего с усилением комплексного подхода, при котором возможны, по нашему мнению, три варианта исследований:

рассмотрение подвижности населения на ГПТ как части единой территориальной подвижности, включающей все виды межпоселенных и внутрипоселенных транспортных и пешеходных передвижений;

рассмотрение транспортных проблем городов в рамках интегральных систем расселения на разных иерархических уровнях; к числу

таковых могут быть отнесены отдельные планировочные зоны города, город в целом с пригородной зоной и тяготеющей территорией, городская агломерация, а для компактных областей, например Ленинградской, Московской, все поселения области;

исследование взаимосвязи пассажирского транспорта с архитектурно-планировочными проблемами городов, разработка новых принципов развития транспортных сетей и регулирования пассажиропотоков, организации хранения индивидуального парка и т.д..

Наряду с подходом к ГПТ с градостроительных позиций, усиливается его исследование как составной части единой транспортной сети (на разных уровнях). Такой подход требует установления критериев уровня развития транспортной инфраструктуры и экономических возможностей в развитии транспорта. В этой связи к числу традиционных, но вместе с тем весьма динамичных направлений исследования ГПТ следует отнести отработку терминологического аппарата на уровне современных требований.

Еще одна нетрадиционная тема исследования социально-экономических проблем ГПТ - попытка решить триединую задачу: повышение качества транспортного обслуживания при одновременном росте объемов перевозок и средней дальности поездки в условиях перехода к рыночным отношениям.

Несмотря на наличие двух тенденций в анализе проблем ГПТ - преемственности и обновления тематики - следует подчеркнуть, что, как и несколько лет назад, исследователи отмечают: 1) разнородность и изолированность исследований ГПТ, который является системой, а не механическим набором транспортных средств; 2) нечеткость трактовки ряда основных понятий, касающихся сущности и специфики пассажирского транспортного процесса, что снижает эффективность анализа проектных и исследовательских разработок. Кроме того, накопленный разными исследователями большой объем информации по городскому транспорту слабо обобщен, недостаточно обработан, мало применяется для транспортного прогнозирования, планирования и проектирования, а транспортные системы городов в целом являются "беспризорными" и в организационном и в научном плане.

Сложность проблем прогнозирования и планирования развития транспортной системы города в общем случае состоит в максимальном удовлетворении потенциальных потребностей населения в передвижениях при выполнении ряда ограничений социально-экономического и

технологического характера. Следует отметить, что наращивание экономического потенциала, рост городов и их систем привели к тому, что понятие “подвижность населения” стало одним из важнейших в теории транспортного планирования. Это объясняется тем, что подвижность населения является основным способом социального и экономического функционирования города. Транспортная же система города является тем средством, которое обеспечивает удовлетворение социально-экономических потребностей населения, реализуемых путем передвижений. Таким образом, рост подвижности населения является объективным процессом, который обусловлен развитием экономики, усложнением и увеличением связей между элементами экономической системы, повышением роли образования, ростом объемов информации и т.д.

На современном этапе рост подвижности населения сталкивается с ограничениями экономического и энергетического характера.

Отмеченное выше требует разработки таких методов транспортного планирования, которые позволяли бы достаточно точно прогнозировать распределение поездок населения городов по целям, пунктам отправления и назначения, по видам транспорта.

Сложность транспортного планирования предопределяется необходимостью анализа и учета влияния экономического, демографического, географического, градостроительного, транспортного и других факторов. Основными этапами транспортного планирования в связи с этим являются:

анализ существующей транспортной сети в увязке с городской структурой;

прогнозирование развития города на расчетный срок;

определение направлений внутригородских передвижений и объемов перевозок пассажиров и грузов;

разработка и сравнение альтернативных вариантов развития общественного транспорта, сети магистральных улиц.

Проблемы эффективности функционирования транспортных систем городов должны решаться на различных уровнях: по стране, экономическим районам, областям (краям), локальным системам расселения, конкретным городам. При этом сущность решаемых на каждом уровне иерархии задач принципиально разится.

На уровне страны решаются стратегические проблемы развития транспортных систем, а именно: выбор целесообразных транспортных систем, финансирование НИОКР в области перспективных транспорт-

ных систем, разработка и утверждение нормативных актов и показателей, налоговое поощрение развития городского пассажирского транспорта (независимо от формы собственности предприятий ГПТ) ...

На уровне экономического района, края, области - создание фондов развития транспортных систем городов (особенно малых и средних), поощрение создания научно-исследовательских, проектных организаций и предприятий различных форм собственности, занимающихся транспортными системами городов, совместных предприятий по производству подвижного состава и оборудования для организации и регулирования движения.

На уровне конкретного города комплекс задач развития транспортной системы охватывает перспективное управление (прогнозирование потребностей в пассажирских перевозках, прогнозирование развития городского транспорта, планирование качественных изменений и принятие соответствующих решений), текущее управление (формирование маршрутной сети и заказа предприятиям, организация работы муниципальных предприятий, финансирование мероприятий по развитию транспортной системы, может быть диспетчерское управление движением ГПТ и его координация).

Обобщение сказанного приводит к необходимости выделения ряда подсистем прогнозирования и планирования развития транспортных систем:

анализ функционирования транспортной системы города: ежегодно по ограниченной программе и подробно каждые 5 лет; организатор анализа - муниципалитет; форма представления - аналитический доклад (желательно по типовой для всех городов схеме);

стратегическое прогнозирование: расчетный срок 20 и более лет; объект прогнозирования - совокупность городов страны, экономического района, мезосистемы (область, край, республика), групповая система населенных мест, город; организатор - правительства страны и субъектов федерации, муниципалитеты - с привлечением общественных организаций (ассоциаций, союзов массового общественного транспорта ...); форма представления - аналитический доклад;

долгосрочное системное проектирование: расчетный срок 20-15-10 лет, объект - город, форма представления - технико-экономическое обоснование (ТЭО) развития города, генплан, комплексная транспортная схема;

микромасштабное проектирование систем городского транспорта: расчетный срок - 5 лет; объект проектирования - город, отдельные районы крупнейших городов, отдельные виды транспорта; форма представления - комплексная схема организации движения; заказчики - администрация области, муниципалитеты;

текущее транспортное планирование: расчетный срок 2-3 года, объекты - транспортные системы малых городов, отдельные мероприятия по крупным городам, форма представления - проекты организации движения и программа реализации мероприятий КСОД; заказчики - администрация области, муниципалитеты.

Так как удовлетворение транспортных потребностей населения является главной целью развития системы городского транспорта (другая цель - повышение эффективности производства), то возникает необходимость (и проблема) разработки долгосрочных социально-экономических нормативов затрат времени на поездки и их дифференциация по городам и в плане города. При этом в качестве критериев качества транспортного обслуживания населения городов могут быть приняты: 1) уровень досягаемости (доступности) данного вида транспорта, например интервал движения, время ожидания ...; 2) затраты времени на поездку и доля времени поездки в общих затратах времени на передвижение к пункту назначения; 3) уровень эксплуатационной надежности (комфортабельность и наполнение подвижного состава, уровень доступности остановочных пунктов).

С переходом к рыночным отношениям перед городами возникли сложные проблемы, связанные с развитием транспортных систем.

Во-первых, финансирование научно-исследовательских и проектных работ по транспортным системам городов должно осуществляться за счет местного (явно скучного) бюджета;

во-вторых, должна быть создана и отлажена система управления массовым пассажирским транспортом города;

в-третьих, должна быть создана система договорных отношений между городом (в лице его администрации) и предприятиями, осуществляющими пассажирские перевозки;

в-четвертых, необходимо осуществить подготовку и переподготовку работников администрации города, занимающихся транспортными проблемами;

в-пятых, необходимо обеспечить дотации предприятиям, осуществляющим пассажирские перевозки;

в-шестых, необходимы значительные средства на обновление и пополнение подвижного состава.

Этот перечень можно продолжать достаточно долго. Отметим, что усложнение проблем в области ГПТ (в более широком плане - в области транспортных систем городов) происходит на фоне резкого сокращения средств на научно-исследовательские и проектные работы по транспортным системам городов. Это, в свою очередь, привело к быстрому оттоку наиболее квалифицированных кадров - специалистов по транспортным системам городов - в другие области знания. Более того, в силу распада СССР, ряд ведущих специализированных исследовательских и проектных организаций оказался вне Российской Федерации (КиевНИИПГрадостроительства, Гипроград Украины, БелНИИПГрадостроительства, Казкоммунпроект ...). В этих условиях чрезвычайно важным является обобщение накопленного опыта, усиление творческого потенциала исследований по проблемам транспортных систем городов, прогнозирования и планирования их развития, экономических методов управления пассажироперевозками ...

В связи с указанным целью данной книги является решение проблем прогнозирования и планирования развития систем массового пассажирского транспорта в городах крупных экономических районов в условиях перехода к рыночным отношениям.

В работе использованы данные по всей совокупности городов СССР с населением более 100 тыс. жителей в динамике за 1960-1970гг., укрупненные данные по группам городов разной людности СССР и России за 1970-1980гг., материалы исследований внутригородских передвижений, проектных разработок транспортных разделов генпланов, комплексных транспортных схем 15 городов Урала и Казахстана (Свердловск - Екатеринбург, Пермь, Оренбург, Челябинск, Алма-Ата, Усть-Каменогорск, Актюбинск ...), в которых автор принимал участие в разном качестве в 1961 - 1995гг.

Результаты исследований обобщены более чем в 100 публикациях. Под научной редакцией автора вышло 15 сборников материалов и тезисов докладов научно-практических конференций "Городской транспорт и организация городского движения" (1973г.), "Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов" (1986, 1988, 1990, 1992, 1994, 1996гг.), ряда семинаров.

На основе результатов исследований под руководством автора разработан "Программный комплекс по решению задач транспортно-

градостроительного проектирования” и “Руководство пользователя” этим пакетом.

Автор хотел бы выразить глубокую признательность своим коллегам и друзьям с двадцатилетним стажем Феликсу Гиршевичу Глику (Минск) и Владимиру Леонидовичу Швецу (Алма-Ата), в творческом общении и сотрудничестве с которыми рождались многие страницы этой книги.

Остается сказать большое спасибо моим ученикам Василию Владимировичу Керсантинову и Ольге Евгеньевне Воробьевой, без постоянной технической помощи которых книга не появилась бы.

Глава 1. Теоретические и методологические проблемы планирования развития транспортных систем городов

1.1. Основные понятия

Как отмечал Г.Н.Черкасов [181, с.221], "Научно-технический прогресс приводит к быстрому росту уровня технической оснащенности городского хозяйства современного крупного города, к превращению его объектов в сложные социально-экономические системы". Город в целом представляет собой сложную систему, состоящую из ряда подсистем, каждая из которых, в свою очередь, может рассматриваться как сложная социально-экономическая система. Каждая из выделяемых подсистем города имеет свою внутреннюю структуру и закономерности развития, но вместе с тем все они подчиняются общим требованиям, вытекающим из экономических законов развития города, его функционально-генетических особенностей, места города в системе народного хозяйства и расселения, природно-климатических условий.

Город можно представить как своеобразный квадрат, вершинами которого является места приложения труда, места жительства, удовлетворения потребностей (быт) и отдыха (в широком смысле этих терминов). Вершины квадрата связаны множеством каналов: социальных, информационных, экономических, транспортных, инженерных... Следует отметить, что, за исключением транспортных каналов, все каналы связи вершин "жилье - труд - потребности (быт) - отдых" не зависят от расстояний. Транспортные связи являются тем основным элементом, который стягивает город в единое целое и позволяет ему функционировать как единому организму. Иначе говоря, законом городской жизни является наличие передвижений и возможность их реализации в городском пространстве и во времени.

Транспортная система - обязательная составная часть города любой величины. Вместе с тем наибольшую актуальность решение транспортной проблемы приобретает в крупных и крупнейших городах, т.к. без хорошо налаженной транспортной системы их функционирование невозможно. Несмотря на важность определения понятия "транспортная система города", в настоящее время нет его единой трактовки.

В Строительных нормах и правилах [160, с.37, п.8.1] отмечалось, что "Сеть улиц, дорог и линий общественного транспорта следует рас-

сматривать в виде единой транспортной системы, обеспечивающей быстрые и безопасные транспортные связи со всеми функциональными зонами города, с городами и другими населенными пунктами системы группового расселения, объектами, расположенными в пригородной и зеленой зоне, объектами внешнего транспорта и автомобильными дорогами общей сети".

В работе "Рациональное соотношение развития общественного и индивидуального транспорта в городах разной величины" [159, с.6] транспортная система города рассматривается как сочетание улиц и дорог, наземного общественного и индивидуального транспорта, скоростного внеуличного пассажирского транспорта. Данным определением не учитывается грузовое движение, обслуживающее транспортные устройства и сооружения, транспортные предприятия, средства и методы управления городским движением.

А.Е.Роговин [149, с.12] под транспортной системой города предложил понимать "...коммуникационный комплекс, обеспечивающий связанные с функционированием города перемещения населения и грузов между объектами и зонами...". Транспортная система, по мнению А.Е.Роговина, формируется из двух подсистем: транспортного обслуживания производства и населения. Такое определение является либо слишком узким и неясным, либо слишком широким в зависимости от определения термина "коммуникационный комплекс".

С другой стороны, имеется ряд трактовок понятия "транспортная система города", носящих слишком широкий характер. Так, с позиций системного подхода наиболее корректное определение предложено Н.О.Брайловским и Б.И. Грановским [9, с.5]: транспортная система города - это "набор функциональных элементов и связей между ними, обеспечивающих перевозки грузов и пассажиров в городе всеми видами транспорта". Для использования этой трактовки в практических целях, таким образом, необходимо выделить элементы системы, классифицировать связи между ними и определить характерные черты. Проще говоря, необходимо ввести опериональное определение понятия "транспортная система города".

В связи с этим автором было введено [25, с.176] опериональное определение: под транспортной системой города (в более общем случае - группы взаимосвязанных населенных мест, системы расселения, групповой системы расселения, городской агломерации) следует понимать совокупность транспортных коммуникаций всех видов (улицы, дороги,

линии рельсового транспорта) с их инженерным оборудованием и сооружениями, транспортные хозяйства и весь подвижной состав (включая парк индивидуального пользования), устройства и сооружения для хранения, паркования и технического обслуживания парка подвижного состава, а также методы управления и организации городского движения, обеспечивающие передвижения людей и перевозку грузов.

Такое определение весьма близко к понятию "городской транспорт", принятому еще в октябре 1965 года комиссией СЭВ по строительству: "Городской транспорт - это обобщенное понятие, которое включает в себя все средства и способы передвижения людей и грузов по улицам и железнодорожным веткам на территории города, а также сооружения и организационные методы, обеспечивающие эти передвижения" [169]. Следует, однако, заметить, что приведенные выше понятия не тождественны, т.к. понятие "транспортная система" дополнительно учитывает необходимость управления городским движением.

Городское движение как сложное явление градостроительного, экономического, социального, транспортного планов представляет собой самостоятельную отрасль знания. Задачей науки о городском движении является разработка методов, с помощью которых можно прогнозировать, как будет протекать процесс перемещения пассажиропотоков, грузов, транспортных средств, и давать ответ на вопрос, почему в данных условиях зафиксированный в натуре процесс городского движения протекал так, а не иначе. По выражению И.К.Кикоина и А.К.Кикоина, наука должна "помочь предвидеть будущее и объяснять прошлое". Основной (главной) целью науки о городском движении является выявление закономерностей и законов, общих для всех форм (видов) городского движения, и разработка методов, учитывающих воздействие возмущающих (местных, локальных, специфических) факторов.

Выделение науки о городском движении в самостоятельную отрасль знания необходимо по многим обстоятельствам. Во-первых, в настоящее время делаются попытки отнести проблематику городского движения либо полностью к градостроительству, либо расчленить ее по формальному признаку вида транспорта (автобусный, электротранспорт, наземный, подземный...). Очевидно, что планировочные особенности города или группы взаимосвязанных населенных мест определяют долговременные тенденции и закономерности городского движения, в частности, направленность потоков. В тоже время транспортная система города наряду с закономерностями, отражающими внешнее по отноше-

нию к ней воздействие (влияние), характеризуется также внутренними закономерностями, зависящими от самой системы, ее структуры, организации движения и условий эксплуатации. Только при таком подходе возможно создание теории городского движения и решение комплекса организационных и экономических проблем функционирования транспортных систем.

Предметом науки о городском движении является генерация (возникновение, "производство"), распределение (в широком смысле в пространстве и во времени) и поглощение внутригородских перемещений. Главное в предмете этой науки - распределение. Умение распределять пассажирские и транспортные потоки возможно только на базе установления механизма (т.е. закономерностей) распределения. Собственно знание закономерностей распределения (его механизма) во многом может повлиять на генерацию и поглощение транспортных перемещений.

По-видимому, на данном этапе исследований разработка математической теории городского движения, адекватной триединому процессу (генерация-распределение-поглощение), вряд ли возможна из-за большого количества влияющих факторов. Поэтому следует рассмотреть отдельные группы моделей: генерации, распределения и поглощения поездок. Возможен и другой подход. Так, в области экономической математики известен подход, при котором изучается комплекс моделей "производство" - "потребление" без учета механизма распределения - математическая теория оптимальной экономики [130]. В транспортно-планировочных расчетах для получения матрицы корреспонденций чаще всего реализуется именно такой подход.

1.2. Особенности транспортных систем городов

Для планирования развития транспортной системы города важно определить ее структуру и характерные черты. Под структурой системы понимается "строение, устройство системы, определяемой составом основных частей системы, их взаимосвязью и взаимоположением" [112, с.6].

Как отмечал Г.Н.Черкасов [181, с.222], при вычленении подсистем (блоков) транспортной системы города "определенную роль играют не технические особенности (например, использование электрической тяги или двигателей внутреннего сгорания), а "функциональные".

Известно, что наименьшей, т.е. не подлежащей делению, частью любой системы является элемент. В качестве элемента принимается такой объект, сооружение или совокупность объектов и сооружений, отдельные части которого не представляют интереса в рамках данного исследования, проекта, проблемы. С этой точки зрения под структурой транспортной системы города следует понимать отношения между ее основными элементами: пути сообщения, их оборудование, подвижной состав, устройства и сооружения для его хранения и технического обслуживания, методы организации и управления городским движением. Все элементы транспортной системы имеют свои особенности, свойства и характеристики. Следует отметить, что вычленение элементов системы (подсистемы) определяется решаемой задачей. Взаимодействие элементов системы определенным образом согласовано, причем каждый элемент системы играет подчиненную роль по отношению ко всей транспортной системе города в целом.

Транспортная система города относится к динамическим системам, так как ее параметры и характеристики непрерывно изменяются во времени в соответствии с потребностями населения и отраслей народного хозяйства. Как и любая динамическая система, транспортная система города представляет собой открытую, развивающуюся систему.

Для целей прогнозирования и планирования допускается в каждый конкретный момент времени рассматривать транспортную систему как статическую, т.е. с определенными, неизменными параметрами в данный период времени. Такой подход является определенной идеализацией системы, однако он необходим при разработке генерального плана города, комплексной транспортной схемы или комплексной схемы организации городского движения.

Так как поведение транспортной системы города невозможно описать на уровне законов (т.е. причинно-следственные связи известны не полностью), то такая система относится к плохо организованной системе, в которой действует много факторов, учесть влияние каждого из которых не представляется возможным.

Как всякая сложная система, транспортная система города характеризуется рядом общих и специфических свойств. Рассмотрим кратко основные свойства транспортной системы города.

1). Организованность и управляемость на основе адаптации и эргатичности.

По мнению А.Я.Лернера [129], под организованной понимается система, обладающая следующими свойствами:

- а) элементы системы расположены в определенном порядке, благодаря чему система может выполнять целенаправленные действия;
- б) наличие в системе функционально разных, но взаимосвязанных частей, позволяющих различать структуру и назначение элементов системы, определять характер взаимодействия их между собой и окружающей средой;
- в) способность системы непрерывно получать извне информацию (негэнтропию) и использовать ее для поддержания упорядоченности на определенном уровне.

Городскому движению как сложной социально-экономической системе присущи такие свойства, как адаптация и наличие элементов самоорганизации в различных формах.

Транспортная система города должна определенным образом увязываться с потребностями города. Как свидетельствует практика, транспортные системы в своем развитии чаще всего отстают от потребностей развития города. В связи с этим они должны непрерывно приспособляться, адаптироваться к потребностям населения, чтобы обеспечивать максимальный объем перевозок пассажиров и грузов с наименьшими народно-хозяйственными затратами. Отмеченное можно трактовать как условие адаптированности системы в целом. Кроме того, так как спрос на транспортные услуги непрерывно меняется во времени и в пространстве, то и процессы управления транспортной системой являются адаптивными, т.е. приспособливаются к изменяющимся свойствам системы и воздействующим на систему внешним условиям.

В связи с тем, что управление транспортной системой города осуществляется людьми (причем это участие является решающим), транспортная система города является эргатической.

Следует отметить, что в процессе удовлетворения потребностей населения в перевозках психологические, социально-демографические и другие особенности людей вносят подчас принципиальные изменения в транспортную систему.

2). Двойственность природы.

Транспортная система города является детерминированно-стochasticкой системой. С одной стороны, процесс перемещения людей,

транспортных средств, грузов вызван определенными причинами, связанными с функционированием города, в первую очередь, с реализацией жителями города ежесуточного социально-воспроизводственного цикла “жилье - труд - обслуживание (быт) - отдых”. Следовательно, городское движение является причинно-обусловленным.

С другой стороны, участие в городском движении огромных масс населения, наличие случайных возмущений окружающей среды, которые не могут быть заранее точно определены, несовершенство алгоритмов управления городским движением приводят к тому, что в любой данный момент времени нельзя точно описать состояние транспортной системы и однозначно определить все показатели ее развития.

3). Иерархичность.

Развитие транспортной системы города взаимосвязано с планировочной структурой города, системой расселения, размещением фокусов трудового (места работы) и нетрудового тяготения. В свою очередь, транспортная система оказывает влияние на планировочную структуру города; при этом она является многоуровневой: транспортная система агломерации, города, отдельных районов и зон, подсистемы отдельных видов транспорта (трамвай, троллейбус, автобус, метрополитен и т.д.), элементы подсистем (маршруты, магистрали ...).

Следует, однако, отметить, что иерархичность транспортной системы города состоит не просто в том, что она объединяет (включает в себя) некоторое количество подсистем, иерархичность системы состоит в том, что каждый уровень иерархии обладает свойствами, которые могут отсутствовать на других уровнях. При этом, как отмечает А.Е.Костин [124, с.11], "... подсистемы более высоких уровней не являются комбинацией подсистем низших уровней... Законы строения подсистем высших уровней не только отличаются от законов строения подсистем низших уровней, но даже не могут быть выведены из них". В связи с этим для описания свойств и поведения изучаемой и прогнозируемой транспортной системы должна разрабатываться совокупность моделей различного иерархического уровня, т.е. каждая модель (группа моделей) описывает подсистему соответствующего иерархического уровня. Таким образом, теория городского движения должна быть представлена системой моделей и методов различного иерархического уровня. Следует отметить, что показатели, оценивающие свойства системы в целом, отдельных ее подсистем и их элементов, должны быть различными с учетом макро- и микроструктур.

4). Многокритериальность.

Основной целью транспортной системы города является полное, своевременное и качественное удовлетворение потребностей населения и отраслей городского хозяйства в перевозках при эффективном использовании финансовых, материальных, трудовых ресурсов. Хотя существование и развитие транспортной системы подчинено выполнению этой главной цели, математическая формализация ее невозможна с помощью какого-то единственного критерия. Оценка поведения транспортной системы может быть дана с помощью некоторой совокупности частных критерий, не сводимых друг к другу. Поэтому определение оптимальных параметров транспортной системы города возможно путем последовательной оптимизации сверху вниз.

5). Динамизм и многовариантность развития.

Транспортная система города (особенно крупного) формируется исторически и представляет собой развивающуюся структуру; как и любая сложная система она развивается динамично. В противном случае неизбежны диспропорции, появление транспортных затруднений. Однако состояние транспортной системы города в данный момент (период) зависит, с одной стороны, от ее состояния в предшествующий момент (период), а с другой - от требований, предъявляемых к системе в следующие моменты (периоды) времени. В связи с этим планирование развития транспортной системы города должно опираться на оценку ее состояния в данный момент времени (период), вестись непрерывно (стадийно) с учетом преемственности принимаемых решений.

Известно, что реализация прогнозов развития транспортной системы (Генплан, КТС, КСОД) рассчитывается на длительный период времени. Маловероятным является то, что все исходные гипотезы и прогнозы оправдаются, так как развитие города и его транспортной системы осуществляется под воздействием огромного количества факторов, не всегда поддающихся точному расчету. Поэтому любой транспортно-планировочный проект должен рассматриваться как прогноз. Сопоставление проектных показателей и ситуации с практическими данными [см.2.4.] позволяет оценить вероятность реализации прогноза и разработать мероприятия по приведению системы в соответствие с возникшими условиями. Как следствие, процесс планирования развития транспортной системы должен быть непрерывным.

При этом возможны различные варианты достижения транспортной системой наперед заданных параметров к определенному периоду

(моменту). Эти варианты будут различаться затратами материальных и трудовых ресурсов, параметрами системы в тот или иной момент, структурой принимаемых решений. Среди многих вариантов развития транспортных систем существует ряд вариантов, примерно одинаково отвечающих заданному критерию (группе критериев) оптимизации, но отличающихся своей структурой. Многовариантность понимается именно в этом смысле: отыскать оптимальный вариант среди ряда вариантов, удовлетворяющих данному критерию (группе критериев) оптимизации. При выборе альтернативы развития транспортных систем города (подсистем) должны соблюдаться определенные принципы (условия) в целях обеспечения сопоставимости вариантов. Варианты должны:

соответствовать общегосударственной политике повышения благосостояния населения, планам развития народного хозяйства страны в целом, региона, города;

предусматривать на определенную расчетную дату (период) одинаковые конечные результаты (объем перевозок пассажиров, грузов...) и одинаковое качество (средние одинаковые затраты времени, уровень комфорта...); как следствие, варианты могут отличаться по видам транспорта или их сочетанию, по трассировке линий и маршрутов, но обеспечивать одинаковые количественные и качественные результаты;

обеспечивать одинаковую безопасность движения и необходимую надежность функционирования транспортной системы (если варианты не отвечают условиям равной безопасности движения и надежности, их следует привести к сопоставимому виду, разработав дополнительные мероприятия);

обеспечивать одинаковый уровень охраны окружающей среды;

обеспечивать одинаковую полноту проработки технологического процесса перевозки пассажиров и грузов.

6). Неравномерность городского движения во времени и в пространстве, устойчивость временных характеристик системы.

Важнейшей и характерной особенностью городского и пригородного движения является неравномерность распределения транспортных и пешеходных потоков в пространстве (по участкам сетей и направлениям движения, в плане города) и времени (по часам суток, дням недели и сезонам года).

Неравномерность городского движения обусловлена комплексом объективных и субъективных причин, действующих в разных направлениях [19,34]:

природно-климатические (географическое положение города, характер прилегающих к городу территорий, климатические условия);

экономические и социально-демографические (функциональная характеристика города, численность населения, демографическая структура населения, характер экономических связей города с пригородной зоной и ближайшими городами, традиции, различного рода ограничения, привычки населения);

планировочные (территория города и ее конфигурация, взаиморасположение промышленных и селитебных территорий, конфигурация транспортной сети, степень ее развития...);

транспортные (пропускная способность сетей, провозная способность видов транспорта, абсолютная и относительная численность парка грузового, легкового и массового пассажирского транспорта, система организации движения, регулярность движения массового транспорта).

Как видно из перечисленного выше, на потребность в передвижениях влияет комплекс факторов, характеризующих город, ритм его жизни, климатические условия... На реализацию же передвижений оказывает влияние степень развития транспортной системы города и отдельных ее подсистем. Соотношение потребностей в передвижениях (спрос на транспортные услуги) и возможностей для их реализации (предложение) характеризует транспортную систему города.

Следует также отметить, что на неравномерность городского движения оказывает влияние динамика развития города в отдельных направлениях и разная оценка "ценности" городского пространства человеком, которая зависит от цели передвижения. Всестороннее изучение закономерностей изменения городского движения является одной из наиболее актуальных задач в области планирования, прогнозирования и проектирования сети городских путей сообщения - системы массового пассажирского транспорта и улично-дорожной сети города и пригородной зоны. В свою очередь, одним из наиболее важных направлений такого изучения является разработка обоснованной классификации внутригородских и пригородных пространственно-временных связей, а также анализ процессов их генерации и развития при накоплении соответствующих материалов по количественной характеристике связей по данным натурных и анкетных выборочных исследований.

Следует отметить, что большая неравномерность движения приводит к тому, что статические модели перестают правильно отражать возможности системы.

Устойчивость временных характеристик транспортных систем городов наиболее полно исследована Г.А.Гольцем [91-96].

7). Гносеологические особенности моделирования городского движения.

Помимо выше приведенной классификации, факторы, оказывающие влияние на городское движение и его неравномерность, могут быть дифференцированы по степени управляемости на три группы: а) управляемые; б) неуправляемые (входные); в) случайные (возмущающие).

Факторы первой группы могут быть изменены в процессе реализации планов городского движения (протяженность магистральной уличной сети, маршрутной системы, организация движения, количество подвижного состава и уровень его использования, скорость движения и т.п.). Факторы второй группы не зависят от городского движения и должны приниматься как данные (численность населения и его структура, размещение объектов тяготения в плане города, зонирование территории и т.п.). И, наконец, факторы третьей группы не поддаются измерению и изменению, однако оказывают определенное влияние на показатели городского движения (природно-климатические условия, непредвиденные осложнения, административные решения и т.п.).

Следует отметить, что отнесение факторов к той или иной группе по управляемости зависит от иерархического уровня, на котором решаются вопросы городского движения, и расчетного отрезка времени. Наличие трех групп вышеуказанных факторов приводит к тому, что городское движение невозможно адекватно моделировать даже с применением современных ЭВМ. Точность моделирования зависит от уровня познания закономерностей городского движения и функционирования транспортной системы, с одной стороны, и требований к ней на различных стадиях транспортно-градостроительного прогнозирования, планирования, и проектирования - с другой.

В связи с указанным одной из важных задач науки о транспортной системе городов (группы взаимосвязанных населенных мест) является определение целей прогнозирования на каждой стадии транспортно-планировочного проектирования (в более общем случае - решение вопросов стадийного развития транспортной системы). От целей прогнозирования зависят, как известно, методы прогнозирования и степень детализации прогноза.

Применительно к транспортным системам городов и агломераций можно выделить три уровня прогнозов:

долгосрочные стратегические - прогнозирование объемов перевозок и объемов транспортной работы в целях наращивания: а) транспортной сети; б) мощности транспортных предприятий (уровень генерального плана города);

среднесрочные - то же, в целях выбора стратегии и темпов развития а) и б) (появление неудовлетворенного спроса) - уровень КТС и КСОД;

краткосрочные - составление оперативных планов и графиков работы ГПТ (расписания движения и т.п.), разработка проектов организации движения (ПОД) на магистралях, пересечениях, маршрутах . . .

По-видимому, с увеличением срока прогнозирования надо сокращать степень детализации прогноза, упрощать методы транспортных расчетов, обеспечивая в то же время получение таких оценок, которые бы давали возможность вести расчет транспортной системы на реальной основе. Совершенно очевидно, что при больших расчетных сроках точность общего прогноза будет выше, чем его компонентов (точность компонентов будет весьма невысокой).

Применяемые для расчетов транспортных систем городов экономико-математические модели можно классифицировать на детерминированные и стохастические, простые и сложные, описательные (дискретивные) и оптимизационные, статические и динамические.

Детерминированные модели отражают связь двух неслучайных величин, изменение одной из которых (аргумента) вызывает совершенно определенное изменение другой. Как правило, это чисто функциональные зависимости. Детерминированные модели использовались в транспортных расчетах до начала 30-х годов. Начиная с 30-х годов и до сегодняшнего дня, транспортная наука процесс городского движения рассматривает как стохастический. Действительно, как уже отмечалось ранее, процессы городского движения являются результатом воздействия многочисленных факторов - объективных и случайных, главных и второстепенных, существенных и несущественных, одни из которых поддаются точному исчислению, а другие невозможно выразить численно или можно измерить только приближенно.

Для социально-экономических явлений, каковым является городское движение, характерен тот факт, что наряду с причинами, определяющими зависимость, на них действуют многочисленные случайные факторы, действие которых может повлиять на проведенные наблюдения. По этой причине зависимость проявляется не в каждом слу-

чае, а только в общем и в среднем, в большом числе случаев, т.е. между явлениями и процессами существует стохастическая зависимость.

В связи с этим автором была выдвинута гипотеза о том, что современные модели городского движения должны рассматриваться как сложные, состоящие из детерминированной и стохастической частей (компонент) [18]. Детерминированная компонента моделей, описывающих процесс городского движения, является общей для всех городов (или для данного города в целом) и не зависит от специфических особенностей этих городов (или составных частей транспортной системы данного города). Вероятностная же составляющая является отражением воздействия специфических особенностей городов (отдельных их зон, отдельных подсистем...) и приводит к отклонениям от общей закономерности. При таком подходе могут быть сформулированы и описаны общие закономерности городского движения и становится возможным изучение, моделирование, а главное - учет специфических особенностей городского движения. Именно такой подход отражает одно из основных свойств сложной системы, каковой является транспортная система городов - двойственность ее природы.

Детерминированно-вероятностный подход к исследованиям городского движения в общем виде может быть записан следующим образом:

$$\Delta F = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + S(y_1, y_2, \dots, y_m) + \xi,$$

где $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - детерминированная часть модели, общая для всех исследуемых объектов;

$S(y_1, y_2, \dots, y_m)$ - вероятностная составляющая, учитывающая особенности конкретного объекта;

ξ - случайная компонента.

При реализации такого подхода $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ часто принимается в виде функциональной модели, наиболее реально отвечающей характеру исследуемого процесса. Поиск же вероятностной составляющей осуществляется по материалам обследований путем моделирования (например, многофакторного регрессионного) влияния различных факторов на величину

$$F = F_\phi - F_p = F_\phi - f(x_1, x_2, \dots, x_n) = S(y_1, y_2, \dots, y_m),$$

где F_ϕ - наблюдаемое в процессе обследования значение параметра;

F_p - значение параметра, определенное по детерминированной составляющей модели.

По-видимому, на верхнем уровне (например, по совокупности городов страны) не следует ожидать высокого уровня детерминации; при переходе же к низшим уровням величина детерминации будет повышаться; эта часть гипотезы требует дополнительной проверки.

Изложенный выше подход (в качестве исходной гипотезы) предполагает прежде всего то, что исследования закономерностей городского движения ведутся на единой методологической основе, обеспечивающей сопоставимость результатов. Другим важным требованием такого подхода является необходимость тщательного изучения устойчивости получаемых закономерностей (вероятностной составляющей) во времени.

На различных иерархических уровнях изучения городского движения в качестве главного (детерминирующего) могут выступать разные факторы.

Детерминированно-вероятностный подход при переходе от высшего к низшему уровню предполагает усложнение моделей городского движения за счет увеличения количества факторов вероятностной части модели.

8). Взаимосвязь транспортной системы города с внешней средой.

Взаимосвязь транспортной системы и городской среды необходимо рассматривать в двух планах. С одной стороны, развитие города оказывает влияние на развитие транспортной системы; с другой стороны, развитие самой транспортной системы воздействует на изменение планировочной структуры города, расширение его границ, изменение ареала и системы расселения, размещение фокусов культурно-бытового тяготения. Таким образом, имеет место прямая и обратная связь между развитием города и развитием его транспортной системы.

Следует, однако, выделить и второй аспект влияния функционирования транспортной системы на городскую среду - увеличение затрат времени на передвижения, рост дорожно-транспортных происшествий (ДТП), повышение уровня (если не принимаются специальные меры) загазованности и шума. Все это вместе взятое приводит к потере части национального дохода в результате ДТП и дополнительным потерям вследствие снижения производительности труда, роста заболеваемости.

1.3. Теоретические проблемы и методологические основы планирования развития транспортных систем городов

Необходимость теоретических разработок и обобщений в области транспортных систем городов порождается и определяется потребностями экономики города, его градостроительного развития, проектной и эксплуатационной практики предприятий ГПТ. Основными теоретическими вопросами развития транспортных систем в городах являются: повышение достоверности планировочно-транспортных прогнозов, совершенствование методики научно обоснованных расчетов комплексной транспортной системы города и обеспечение наиболее эффективного использования транспортных средств и капиталовложений в широком понимании - с соблюдением народно-хозяйственных и общественных интересов населения.

Наиболее сложными вопросами проектирования развития транспортных систем в городах являются: определение общего объема и состава ожидаемого движения на улично-дорожных сетях и на маршрутных сетях общественного транспорта и прогноз распределения этого движения по участкам упомянутых сетей на различные расчетные сроки для последующего установления технических параметров городских путей сообщения, подвижного состава и режима движения с учетом динамики и особенностей развития города.

Для обоснованного решения указанных вопросов необходимо располагать не только надежными исходными данными, но и научно обоснованной методикой проектных расчетов.

Достоверность планировочно-транспортных прогнозов определяют прежде всего следующие факторы и обстоятельства:

степень изученности закономерностей городского движения всех видов - распределения транспортных потоков разного рода по участкам улично-дорожной сети и колебания интенсивности движения во времени (по сезонам года, дням недели и часам суток); распределения фактических пассажирских перевозок и спроса на перевозки по участкам комплексной сети общественного транспорта в городе и пригородной зоне (включая внутригородские и пригородные участки железных дорог) и по отдельным маршрутам, а также колебаний перевозок (спроса) во времени;

полнота характеристики местных условий и особенностей формирования пассажиропотоков в основных зонах и районах города, включая пригородную зону; в частности - характеристики подвижности населения по социальным и возрастным группам, по целям поездок (передвижений), количество приезжающих извне, степень использования индивидуальных транспортных средств и т.п.;

полнота информации о размещении в городе и работе важнейших пунктов грузообразования и грузопоглощения, о размерах и колебаниях их грузооборота, о способах транспортного освоения устойчивых грузопотоков и о перспективах изменений в характере, размерах и распределении грузопотоков в пространстве и во времени;

наличие и полнота материалов статистического учета и отчетности, правильно отражающих объем, характер и качество фактически выполняемых перевозок всеми видами пассажирского и грузового транспорта в городе, а также характеризующих техническое состояние городских путей сообщения (улично-дорожной сети и линий общественного транспорта), подвижного состава и обслуживающих устройств;

наличие материалов систематических натурных обследований состояния и условий работы транспортной системы города (агломерации), характеризующих дислокацию возникающих затруднений растущего уличного движения (задержек, снижения скоростей движения) и степень неблагоприятного воздействия на среду (рост количества дорожно-транспортных происшествий и уличного травматизма, повышение уровня транспортного шума, загазованности).

Опыт прогнозирования развития городов и их транспортных систем (по проектам генеральных планов и комплексных транспортных схем) нуждается в критическом анализе и обобщении, при сопоставлении намечавшихся в проектах показателей с фактическими, в целях установления размеров и причин отклонений (расхождений), выявления путей и возможностей повышения достоверности исходных данных, а также совершенствования методики транспортных расчетов, повышения их надежности сокращением, к тому же, трудоемких и неоправданных операций.

Для повышения качества и надежности прогнозирования, планирования и проектирования развития и реконструкции транспортных систем городов необходима разработка научно обоснованной методики проектных прогнозов и расчетов с использованием достоверных опорных материалов, отражающих особенности местных условий, с кон-

трольным анализом получаемых результатов и намечаемых решений на всех этапах расчетов методами упрощенных подсчетов, сопоставлений и оценок.

В современной проектной практике развития транспортных систем городов обычно ограничиваются выявлением "узких мест" и общими архитектурно-строительными соображениями, иногда подкрепляемыми ориентировочными подсчетами ожидаемого роста интенсивности транспортных потоков в соответствии с намечаемым ростом транспортной подвижности, парка легковых автомобилей и внутригородского грузооборота. Для обоснования намечаемых мероприятий по реконструкции и развитию сети магистральных улиц, по строительству новых мостов и путепроводов в городе, развитию ГПТ (особенно внеуличных его видов) производятся расчеты ожидаемой нагрузки сети транспортными потоками на основе определения вероятных межрайонных корреспонденций с применением теоретической гравитационной модели и ряда условных допущений.

Достоверность результатов таких расчетов неизвестна даже при использовании материалов натурных или анкетных обследований, подвергаемых статистической обработке, вследствие затруднительности моделирования сложного процесса формирования транспортных потоков (пассажир-, грузо- и экипажепотоков), закономерности изменения которых в пространстве и во времени изучены недостаточно.

Наиболее уязвимыми местами таких обоснований и расчетов являются:

применение в большинстве случаев осредненной вероятностной кривой распределения поездок по дальности (по затратам времени в графической или аналитической форме) при определении транспортных корреспонденций между расчетными районами, на которые делится территория города, тогда как фактические параметры кривой существенно изменяются в зависимости от местоположения районов в плане города и от цели передвижений (поездок);

допущение об устойчивости и возможности широкого использования эмпирических зависимостей, которые выявляются при обработке материалов, получаемых при выборочных натурных или анкетных обследованиях передвижений и транспортных потоков, при частом отсутствии повторных наблюдений или недостаточном объеме выборки;

затруднительность контроля результатов расчета путем непосредственного сопоставления перспективных показателей с фактическими

современными вследствие схематизации улично-дорожной сети в расчете и неучета многих особенностей реальных условий организации движения разнородных транспортных потоков;

игнорирование или недостаточный учет неравномерности распределения потоков по улично-дорожной сети города, порождаемой планировочными особенностями этой сети, - пропускной способностью различных участков, топографическими условиями и пр., а также малоисследованными факторами субъективных оценок и критериев выбора путей следования легковых автомобилей.

В связи с этим возникает необходимость совершенствования методики прогнозирования ожидаемых пассажирских и транспортных потоков в городах и агломерациях на основе систематического (натурного и анкетного) изучения структуры, динамики и фактического распределения транспортных потоков по участкам сети магистральных улиц и дорог в крупных и крупнейших городах и их пригородных зонах в различные сезоны года. Накопление, обработка и анализ материалов таких наблюдений обеспечат возможность выявить закономерности формирования транспортных потоков различного рода, характер влияния градостроительных факторов и местных особенностей, а также степень устойчивости выявляемых параметров пространственного и временного распределения потоков легковых и грузовых автомобилей.

В аналогичном положении, по существу, находятся и вопросы развития сетей (систем) пассажирского транспорта в городах, хотя во многих из них производились натурные обследования пассажиропотоков, а за период 60-80-х годов и анкетные выборочные обследования расселения трудящихся и суточных передвижений населения. Однако материалы этих обследований не подвергались в большинстве случаев всестороннему анализу и используются преимущественно либо только при разработке конкретного проекта, либо для оперативного планирования выпуска и распределения по маршрутам подвижного состава общественного транспорта. Лишь в ограниченных размерах, и то не всегда, сводные материалы и общие результаты обследований становятся доступными специалистам и в какой-то мере используются ими при разработке генеральных планов развития городов и комплексных схем развития пассажирского транспорта.

Широко применяемый в последние годы в проектной практике прогнозирования пассажиропотоков метод определения корреспонденций между расчетными районами на основе гравитационной модели,

параметры которой устанавливаются применительно к местным условиям расселения трудящихся и размещения основных фокусов тяготения населения, но без углубленного анализа пассажирооборота расчетных и сложившихся районов города, как показывает опыт, дает результаты, существенно отклоняющиеся от фактического положения (см.2.4). Эти результаты являются следствием недостаточной изученности закономерностей формирования пассажиропотоков на сетях массового пассажирского транспорта, в частности в условиях, использования нескольких их видов с различными эксплуатационными характеристиками, особенно в крупных и крупнейших городах со сложными маршрутными системами.

Немалую роль в этих расхождениях имеет то обстоятельство, что в качестве основного исходного показателя используется обычно показатель "общей подвижности" населения, устанавливаемый на расчетные периоды по результатам выборочного анкетного обследования передвижений жителей города, с включением всех пешеходных передвижений. Переход к показателю транспортной подвижности осуществляется на основе целого ряда теоретических допущений, не всегда соответствующих реальным условиям, причем для получения общего количества фактически учитываемых поездок на сетях общественного транспорта расчетное количество "полных" поездок приходится умножать на "коэффициент пересадочности", величина которого, как правило, принимается по приближенной оценке. Закономерности изменения такого коэффициента в зависимости от размеров города, структуры и степени сложности маршрутных систем, частоты движения и качества транспортного обслуживания пока мало исследованы, особенно в условиях комплексного использования наземного и скоростного транспорта в крупных городах и пригородных зонах.

Следует отметить, что в расчетах транспортных систем городов до сих пор слабо учитывается фактор качества пассажирских перевозок: применение расчетных "норм" среднего наполнения подвижного состава за сутки, без учета неравномерности распределения поездок по участкам маршрутных сетей и во времени, а для периодов максимума перевозок и по направлениям движения, приводит обычно к преуменьшению фактической потребности в подвижном составе и, следовательно, к недооценке требования существенного повышения комфортности перевозок средствами общественного транспорта. Назрела необходимость перехода от расчета коэффициентов наполнения, определяемых как

отношение фактических пассажирокилометров, исчисляемых по суммарному количеству сидящих и стоящих пассажиров, к местокилометрам, исчисляемым по суммарному количеству мест для сидения плюс учет проезда стоящих пассажиров по традиционным “нормам” наполнения подвижного состава, к расчетам только по количеству предоставляемых мест (место-км) для сидения [129].

Почти неисследованными остаются закономерности формирования пассажирооборота различных фокусов массового тяготения посетителей - торговых и административных центров, мест приложения труда, зон отдыха, внутригородских и пригородных транспортных узлов, зон расположения спортивных учреждений и других общественных центров. Недостаточность и актуальность такой информации ощущается при разработке всех вопросов развития городских транспортных систем, особенно при обосновании трасс и размещении станций скоростного транспорта, установлении основных параметров их планировки и технического оснащения, размещении подземных пешеходных переходов, автостоянок и т.п.

Для крупнейших городов наиболее актуальной проблемой в области развития системы пассажирских сообщений является создание сетей внеуличного скоростного транспорта, обеспечивающего повышение качества обслуживания населения и улучшение условий движения по уличным магистралям при правильном выборе трасс этих линий и рациональном размещении и оборудовании станций.

Анализ проектной практики и опыт строительства и эксплуатации метрополитенов в стране свидетельствуют о том, что вопросам научного обоснования выбора трасс и размещения станций не всегда уделяется должное внимание, а прогнозы и расчеты ожидаемых пассажиропотоков и пассажирооборота станций во многих случаях не могут претендовать на достоверность вследствие недостатка необходимых опорных данных и несовершенства методики самих расчетов, как было отмечено ранее.

Кказанному следует также добавить, что в большинстве случаев для улучшения транспортного обслуживания крупных городов, агломераций мало используются внутригородские, пригородные участки железных дорог и возможности создания железнодорожных диаметров для беспересадочных сообщений с пригородной зоной при организации маятникового движения электропоездов. Вопросы рационального построения и комплексного использования сетей городского пассажирского транспорта и железных дорог требуют дополнительной углублен-

ной разработки на основе всестороннего анализа типовых ситуаций в городах различных категорий.

В градостроительных проектах и расчетах до настоящего времени не получают надлежащей разработки вопросы развития, а также строительства подземных трасс и эстакад, наряду с реализацией разрабатываемых планов рационального размещения на территории города пунктов концентрации грузов - возникновения их, хранения, переработки и потребления.

Весьма актуальными, но недостаточно разработанными вопросами комплексного развития транспортных систем в крупных городах являются узловые научно-практические вопросы координации работы и развития различных видов транспорта, наиболее эффективного использования транспортных средств и капиталовложений, обеспечения максимальных удобств для потребителей транспортных услуг и минимума "помех" всякого рода для населения. К числу таких вопросов относятся:

определение количества и структуры фактических и ожидаемых комбинированных поездок, с использованием нескольких видов транспорта или маршрутов - установление и прогноз количества и состава поездок с одной, двумя и тремя пересадками, расчет "коэффициента пересадочности" на сетях массового транспорта;

исследование фактических затрат времени и человеческой энергии на передвижения в различных условиях транспортного обслуживания;

установление требований к планировочно-технической характеристике и организации работы стыковых пунктов различных видов транспорта пассажирского и грузового, в частности в сообщениях "город-пригородная зона";

анализ и оценка технических и организационных мероприятий по повышению качества транспортного обслуживания города, жителей и приезжих, улучшению городской среды, повышению безопасности городского движения всех видов - сравнительная оценка эффективности мероприятий и методические основы планирования очередности и сроков их осуществления.

Прогноз городского движения является исходной информацией при расчете и оптимизации режима работы городского транспорта.

Если принять в основу прогнозирования гипотезу о том, что точность транспортных расчетов уменьшается с увеличением срока прогнозирования, то возникает необходимость такие параметры, как общая и

транспортная подвижность, средняя дальность поездки, уровень автомобилизации и др., прогнозировать по нескольким взаимонезависимым методам. Использование одной модели не позволит описать прогнозируемый процесс с учетом всех его особенностей и тогда в результате расчетов может быть получена серия оценок, статистическая обработка и логическое осмысление которых даст наиболее вероятное значение искомого параметра.

Возникающие при таком подходе трудности носят методологический и технический характер. Одним из путей их преодоления является применение метода субоптимизации. Суть метода заключается в том, что разрабатывается не одна модель, описывающая свойства и поведение изучаемой и прогнозируемой системы, а совокупность моделей различного иерархического уровня, т.е. каждая модель описывает подсистему соответствующего иерархического уровня. При этом выбор оптимальных параметров изучаемой системы осуществляется путем последовательной оптимизации параметров системы, начиная с верхней.

Рассмотрим принципиальную схему прогнозирования развития транспортной системы города (рис.1).

Последовательность работ реализуется в четырех блоках:

- 1) оценка (диагностика) современного состояния транспортной системы;
- 2) прогноз ее основных параметров;
- 3) проектирование стадийного развития транспортной системы;
- 4) текущее планирование.

На основе разработанных прогнозов и планов осуществляется управление развитием транспортной системы.

Изложенная выше схема в силу своей укрупненности не отражает степени удовлетворения населения во внутригородских передвижениях. Рассмотрим в связи с этим блок-схему расчетов удовлетворения потребностей населения в передвижениях (рис.2).

Внутригородская подвижность населения является интегральным показателем, отражающим противоречивый комплекс факторов, характеризующих ритм жизни города, его градостроительные особенности и планировочную структуру, состояние развития транспортной системы и, естественно, экономическое положение города. Моделирование внутригородских передвижений и планирование на этой основе развития сети ГПТ, маршрутной системы, сети магистральных улиц должно осуществляться итеративно с учетом указанных выше факторов.

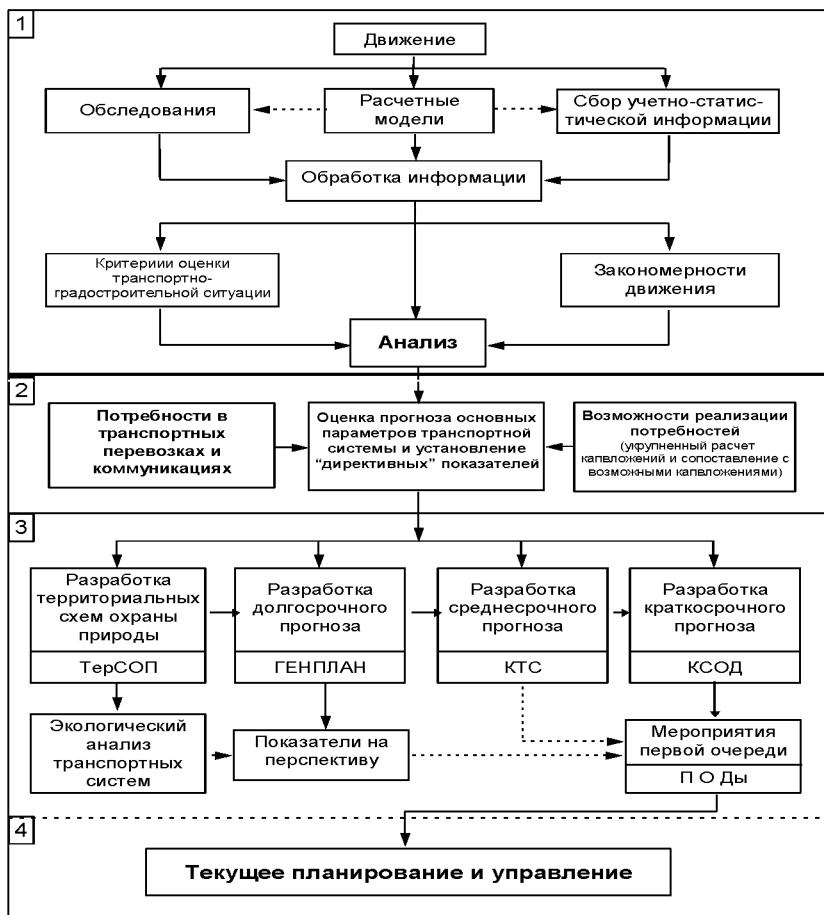


Рис. 1 Принципиальная схема развития транспортной системы города:

- 1 - диагностика состояния транспортной системы;
- 2 - инвариантный прогноз основных параметров транспортной системы;
- 3 - проектирование стадийного развития транспортной системы;
- 4 - текущее планирование и управление развитием транспортной системы.

В представленной на рис.2 блок-схеме расчета перспективной потребности населения города в передвижениях (в т.ч. поездках) исходной информацией для расчетов являются основные концепции генерального плана (блок 1) и материалы транспортно-социологических исследований. Блок 2 представляет собой укрупненный расчет объема передвижений на расчетный срок, т.е. на основании данных блока 1 прогнозируется общая подвижность, определяется объем передвижений (в т.ч. поездок). Реализация целей блока 2 осуществляется в блоках 3 - 6, в которых прогнозируется целевая структура передвижений, назначаются коэффициенты пользования транспортом и рассчитывается объемы передвижений по способам их совершения, осуществляется их раскладка в виде пассажиропотоков раздельно на общественном и индивидуальном транспорте.

Моделирование внутригородских передвижений и планирование основано на следующем:

на первой итерации в основу расчета кладется проектная (по генплану или по его корректуре) или существующая сеть;

расчет ведется по варианту развития наземных видов ГПТ (в том случае, если имеются внеуличные скоростные виды ГПТ - метрополитен, скоростной трамвай, расчет ведется с их учетом);

подвижность населения на первой итерации задается (директивный показатель - см. рис.1);

по результатам расчетов первой итерации осуществляется проверка соответствия условий движения (средние затраты времени и их дисперсия, наполнение подвижного состава) нормативам.

Если все условия удовлетворены, то можно перейти к блокам 7 и 8. В блоке 7 решаются задачи выбора вида транспорта, определение его интенсивности, требуемого количества подвижного состава при жестко заданных условиях качества перевозки пассажиров. Блок 8 имеет задачу расчета интенсивности движения легкового индивидуального транспорта. По их результатам и с учетом ранее сделанных расчетов интенсивности движения грузового транспорта определяется транспортная загрузка сети магистральных улиц, проверяется соответствие существующей сети этих улиц расчетной загрузке, разрабатываются предложения по дополнению сети магистральных улиц, по организации движения и, в случае необходимости, по введению новых видов ГПТ. Если оказывается, что по экономическим, техническим, градостроительным условиям реализация прогнозируемой подвижности невозможна, то алгоритм предусмат-

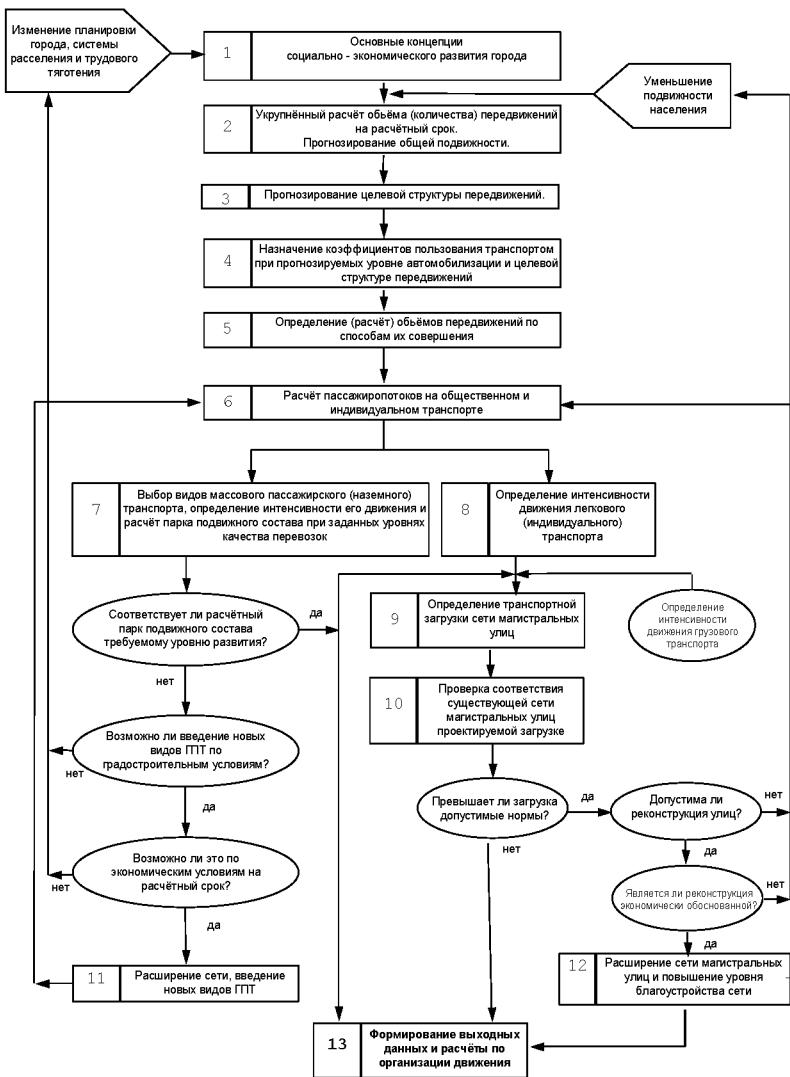


Рис.2 Блок - схема расчетов удовлетворения потребностей населения городов в передвижениях (поездках)

риает либо изменение планировки города, системы расселения, либо должно быть осознано то обстоятельство, что прогнозируемую подвижность следует уменьшить, а все расчеты повторить с учетом новой величины подвижности.

Как видно из рис.1; 2, наиболее существенной проблемой является прогнозирование потребностей в передвижениях (поездках), от точности которого зависят основные параметры транспортной системы города.

По А.Френкелью [178], разработка прогнозов в общем случае состоит из следующих основных этапов:

анализ структуры изучаемого процесса и выявление наиболее существенных факторов, влияющих на его уровень;

установление причинно-следственных связей между изучаемым процессом и отобранными факторами;

анализ динамики прогнозируемого процесса и выявление тенденций его развития;

выявление важнейших закономерностей прогнозируемого процесса на основе характеристики этих тенденций;

анализ динамики важнейших факторов, влияющих на процесс, определение тенденций их изменения и установление сроков их действия;

определение изменения структуры связей между прогнозируемым процессом и системой определяющих его факторов и установление структуры связей в прогнозируемом периоде;

составление многофакторного прогноза;

расчет ошибки прогноза и построение доверительных интервалов.

В настоящее время разработано более 100 методов прогнозирования и значительное число схем их классификации [105]. Применительно к транспортно-градостроительным задачам представляется правильным рассматривать известные методы прогнозирования укрупненно: а) нормативный метод; б) моделирование; в) метод экспертных оценок.

Естественно, что методы прогнозирования отдельных процессов (например, объема пассажироперевозок) в зависимости от расчетного срока должны быть различными. Нормативный метод прогнозирования объема пассажироперевозок применялся до 60-х годов и базировался на среднестатистических данных о транспортной подвижности населения городов, дифференцированных на 5 или 6 групп и более по численности населения. Как показали исследования, при одной и той же численности

населения города количество поездок различается весьма существенно. Так, А.И.Томилин [171,с.25] приводил для городов с населением от 500 до 1000 тыс. чел. (21 город) следующие данные: максимальная учетная транспортная подвижность - 495, минимальная - 210, преимущественные пределы колебаний - 220-400, средневзвешенная величина - 310. Очевидно, что столь широкий диапазон колебаний подвижности позволяет применить нормативный метод только для долгосрочного прогнозирования по совокупности городов страны в целом, экономического района, крупных областей.

Метод экспертиз оценок заключается в том, что "прогнозы относительно будущего развития... процесса делаются специалистами в этой области на основе их опыта и интуиции, а иногда также на основе литературных источников" [178, с.20]. Способы экспертиз оценок достаточно подробно изложены в работе [105]. В расчетах транспортных систем городов метод экспертиз оценок имеет весьма ограниченное применение.

Наибольший интерес для прогнозирования объема пассажироперевозок представляет моделирование, в первую очередь математическое.

Как отмечает А.Френкель, "поскольку прогнозирование носит вероятностный характер, оно в основном осуществляется с помощью статистических моделей" [178, с. 21].

Для прогнозирования основных параметров транспортных систем (особенно на короткий срок) могут быть использованы модели динамического ряда и многофакторной корреляции. Под динамическим рядом понимается ряд значений показателя в последовательные моменты наблюдения (t_1, t_2, \dots, t_n) через равные промежутки времени. Например, годовые объемы пассажироперевозок всеми или отдельными видами массового пассажирского транспорта, подвижность за 1960, 1961, ..., 1995 гг.

Суть прогноза методом экстраполяции динамического ряда основана на предпосылке объективно существующей инерционности экономических, социальных, транспортных и других процессов, т.к. сложные системы (явления) в своем развитии меняются медленно. Тенденции развития систем (явлений), сложившиеся в прошлом, сохраняются определенное время в будущем.

При моделировании временных рядов "глубина" информации должна быть равна или больше периода прогноза. По мнению многих

аналитиков, при выравнивании динамических рядов длина прогнозируемого периода не должна превышать 30-50% всей длины исходного динамического ряда. Например, при разработке КСОД временной ряд должен иметь глубину не менее 5 лет (желательно не менее 10 лет). Так как точность различных методов моделирования динамического ряда заранее неизвестна, то для моделирования могут быть применены методы наименьших квадратов, сглаживание с помощью скользящей средней, сглаживание методами математического программирования и др. Различные методы прогнозирования могут объединяться в систему. Такая попытка была предпринята в свое время вычислительным центром Госплана УССР [104].

Изменение прогнозируемого показателя на перспективу может быть описано в общем виде разверткой полинома n -степени, гиперболой, логарифмической кривой, экспонентой (в логарифмической системе координат) или их сочетанием.

В условиях ограничения капиталовложений для прогнозирования может быть применен подход Г.С. Сайфуллина, предложившего прогнозировать динамические ряды методом трех параметров [152], т.е. к заданному динамическому ряду при выполнении краткосрочного прогноза добавляются "плановые" прогнозируемые значения и далее осуществляется обработка полученного ряда. Сопоставление капиталовложений, необходимых для реализации каждого из расчетных значений (например, объема пассажироперевозок), с реальными капиталовложениями позволяет отобрать наиболее целесообразный вариант.

Следует, однако, отметить, что использование динамических рядов для краткосрочного прогнозирования важных транспортных параметров (объем пассажироперевозок, транспортная подвижность) сталкивается с трудностями, связанными с системой учета. Так, выполненным нами в 70-х годах анализом соответствия отчетных и фактических объемов пассажироперевозок, например, на электротранспорте (трамвай, троллейбус) установлено расхождение в 17% [14]. Другим недостатком прогнозирования по динамическим рядам является неучет возможных изменений (наращивание длины сети, увеличение парка подвижного состава, изменение численности населения и т.п.). Таким образом, прогнозирование по временным рядам может быть только краткосрочным, в редких случаях для получения ориентировочных данных - среднесрочным.

Применение многофакторных статистических моделей для прогнозирования потребности в развитии транспортной системы города позволяет получить более надежные данные для среднесрочных и долгосрочных прогнозов. В этом случае могут быть три подхода:

- 1) временной, т.е. моделирование с учетом изменения градостроительных факторов во времени (по годам);
- 2) пространственный, моделирование по данным, полученным в один и тот же момент (интервал) времени для различных территориальных единиц города или по группе городов;
- 3) пространственно-временной, т.е. моделирование по данным, полученным в последовательные промежутки времени для одних и тех же территориальных единиц города или по группе городов, региона, страны.

Естественно, что каждый из трех вышеназванных подходов к многофакторному моделированию имеет свои достоинства и недостатки и свою область применения.

При применении многофакторных моделей прогноза возникает сложная задача: где и как получить информацию по факторам на прогнозируемый период. Часто решить ее сложнее, чем создать прогнозную модель по данному показателю. Ошибка в величине фактора на перспективу (например, в численности населения) автоматически приводит к ошибкам прогноза в развитии ГПТ. Поэтому при разработке прогнозной модели (при выборе факторов) необходимо учитывать не только влияние тех или иных факторов на прогнозируемую величину, но и наличие (или отсутствие) информации по используемым факторам на перспективу (и точность их прогноза). На этом этапе очень может быть полезен метод экспертных оценок. Правда, возможен и другой подход: последовательно задаются величины факторов и определяются возможности реализации получаемого прогноза при данной величине фактора. Полученные в результате моделирования прогнозы должны быть проанализированы и, в случае необходимости, уточнены. Особенно тщательно должна быть проработана экономическая сторона вопроса (какие капиталовложения нужны и могут быть выделены).

При наличии ряда методов прогнозирования потребности в развитии транспортной системы города весьма существенным моментами являются, во-первых, точность расчетов, получаемая различными методами, во-вторых, трудоемкость и стоимость прогнозных расчетов. Эти вопросы подлежат дальнейшему изучению.

Практические приложения приведенных выше положений изложены в главах 2 и 3.

Таким образом:

для прогнозирования одного и того же процесса необходимо иметь ряд моделей;

точность прогнозирования должна быть увязана с расчетным сроком;

для краткосрочного транспортно-градостроительного прогноза могут быть использованы модели временного (динамического) ряда и модели многофакторной корреляции;

прогнозы развития транспортных систем городов должны увязываться с возможностями их реализации; такая увязка целесообразна на стадии схемы организации городского движения и транспорта;

в целях повышения точности прогнозирования на короткий расчетный срок (и при среднесрочных прогнозах) в модель многофакторной корреляции необходимо вводить фактор времени;

совершенствование прогнозов транспортных систем городов требует разработки структуры автоматизированного банка транспортно-градостроительной информации (АБТГИ) и создания такого банка (по крайней мере, в крупнейших и крупных городах) в рамках АСУ ГПТ или АСУ города.

Глава 2. Методы укрупненных расчетов объемов перевозок на городском пассажирском транспорте

2.1. Методы прогнозирования объемов перевозок на ГПТ в совокупности городов страны

2.1.1. Постановка задачи о связи маршрутной подвижности на ГПТ и численности населения города

Как было показано в главе 1, теория городского движения представляет собой систему моделей различного иерархического уровня. На высшем уровне - в масштабе страны или крупного экономического района - главной задачей в области ГПТ является прогнозирование (планирование) объемов перевозок и пассажирской работы; определение на этой основе капитальных вложений и "заданий" промышленности на производство подвижного состава ГПТ (с учетом экспортных и импортных поставок). Таким образом, главной задачей планирования ГПТ на уровне страны в целом является определение двух параметров: объемов перевозок на ГПТ (их структуры по видам транспорта) и объемов пассажирской работы.

Указанная задача может решаться двояко: индивидуально по отдельным городам и (или) обобщенно в масштабе страны в целом. В первом случае по каждому городу по материалам генпланов, комплексных транспортных схем, или на базе экспертных оценок определяется на расчетные сроки объем перевозок на ГПТ данного города. Последующим суммированием по всем городам страны определяется объем перевозок, который в дальнейшем корректируется в соответствии с ожидаемым объемом капитальных вложений на развитие городских транспортных систем. Следует при этом отметить, что в связи с отсутствием нормативной базы, трудоемкостью и сложностью расчетов корреспонденций, недостаточной разработанностью комплексных транспортных схем индивидуальный способ прогнозирования объемов перевозок на ГПТ не позволяет с достаточной точностью определить объем перевозок в целом по стране. Другим недостатком этого способа является его высокая трудоемкость и отсутствие "стыковки" расчетных сроков по разным городам.

Обобщенный способ прогнозирования объемов перевозок на ГПТ базируется чаще всего на предположении, что маршрутная подвижность зависит от численности населения города. Одна из наиболее часто встречающихся модификаций этого способа состоит в том, что по группам городов, классифицированных по численности населения, определяется средняя маршрутная подвижность по фактическим данным об объемах перевозок в динамике за определенный период. Выявленные тенденции изменения средней подвижности экстраполируются на прогнозируемый период, либо эксперты путем определяется динамика средней по данной группе городов подвижности.

Недостатком такого подхода являются разноречивые данные о существовании связи "подвижность на ГПТ - численность населения" и неучет значительного разброса величин маршрутной подвижности даже для городов одной и той же численности населения города. Сравнительный анализ предлагаемых различными авторами группировок городов и величин маршрутной подвижности в них, выполненный Д.С.Самойловым [153,155], показал, что рекомендуемые значения подвижности даже по одной и той же группе городов существенно различаются.

Другой модификацией обобщенного способа прогнозирования объема пассажирских внутригородских перевозок является установление графической или математической связи между маршрутной подвижностью и численностью населения города. Впервые в отечественной практике такая кривая в 1932 г. была предложена А.Х.Зильберталем [115, с.11-15], который писал: "Потребность в транспорте, выраженная числом поездок на жителя, зависит от большого количества отдельных факторов и, прежде всего, от величины населения города." Однако, анализируя данные по городам Германии (1927г.), Англии (1928/29 г.), США (1927/28 г.), СССР (1928/29г.), А.Х.Зильбертель отмечал, что "...значительная разница, наблюдающаяся при одном и том же населении, между различными городами, показывает, что количество населения не является единственным решающим фактором" [115, с.13].

Нельзя не отметить, что А.Х.Зильберталем был предсказан возможный вид кривой $P = f(N)$:

$$P = aN + b; \quad (1)$$

$$P = b N^a; \quad (2)$$

$$P = \frac{aN}{N+b}, \quad (3)$$

где P - общее количество поездок в год на ГПТ (маршрутная подвижность);

N - численность населения;
а и b - эмпирические коэффициенты.

Как писал А.Х.Зильберталь [115, с.14], "...все эти формулы не вполне удовлетворительны, но характер зависимости достаточно ясен". Парадоксальным является тот факт, что после А.Х.Зильбертала при неоднократных исследованиях связи $P = f(N)$ не учитывались его замечания как по форме кривой, так и по существу влияния численности населения города на маршрутную подвижность.

В дальнейшем исследования связи транспортной подвижности и численности населения города выполнялись многими исследователями и организациями: В.К.Петровым, А.Т.Тарановым, В.А.Черепановым, С.В.Шапошниковым, Т.А.Строгановой, М.И.Каган, С.А.Ваксманом, АКХ им. К.Д. Памфилова. Наиболее полное обобщение этих исследований было выполнено Д.С. Самойловым, который показал, что предлагаемые различными авторами табулированные зависимости подвижности от численности населения существенно различаются между собой и принципиально отличаются от тенденций, выявленных путем обследований. "Прогнозируемая подвижность, - писал Д.С. Самойлов [155], - которая уже рассчитывалась на минувшие периоды, не достигнута даже в настоящие годы. Это говорит о том, что прогнозы составлялись исходя из полного удовлетворения потребности в перевозках". Таким образом, следует согласиться с мнением Д.С. Самойлова о том, что "объективного метода, по которому можно было бы прогнозировать транспортную подвижность, нет." В связи с этим Д.С. Самойлов [153, 155] исследовал по материалам текущей статистики динамику маршрутной подвижности, закон ее распределения в группе городов и связи подвижности на ГПТ с величиной города как в целом по городам страны, так и по группам городов. Было показано, что:

- 1) средняя маршрутная подвижность по годам растет;
- 2) распределение подвижности на ГПТ близко к нормальному закону распределения;

3) кривые распределения подвижности по группам городов различаются.

На основании проведенных исследований Д.С. Самойлов предложил методику прогнозирования объемов перевозок на ГПТ по группам городов. В основу методики положено предложение о том, что транспортную подвижность на перспективу рекомендуется прогнозировать на основе предельных значений подвижности в каждой группе городов исходя из 90%-ной обеспеченности значения подвижности за пределами верхней допустимой границы в данной группе городов.

Следует отметить, что методика Д.С.Самойлова сложна и трудоемка. Кроме того, не был учтен тот факт, что при анализе зависимости $P=f(N)$ доверительные интервалы и их изменение во времени могут быть получены в виде уравнений. Таким образом, актуальна необходимость разработки методики (или группы независимых методик) прогнозирования объемов перевозок на ГПТ в совокупности городов страны.

В общем случае объем перевозок и пассажирской работы определяется по формулам:

$$A = NP_k; \quad (4)$$

$$Q = A \bar{I} = NP_k \bar{I}, \quad (4a)$$

где N - численность городского населения на расчетный срок;

P - подвижность на ГПТ;

\bar{I} - средняя дальность маршрутной поездки.

k - коэффициент, учитывающий ту часть пассажиров, которая не оплачивает по различным причинам проезд [14].

Таким образом, для разработки методики прогнозирования объемов перевозок на ГПТ в совокупности городов страны (региона) необходимо решить следующие задачи:

установить наличие связи подвижности на ГПТ и численности населения городов и в случае существования такой связи проверить ее динамическую устойчивость;

проанализировать наличие связи $P = f(N)$ по группам городов (свыше 1 млн.чел., 500 - 1000 тыс.чел., 250 - 500 тыс.чел., 100 - 250 тыс. чел.) и устойчивость этих связей (если они существуют) во времени;

исследовать распределение совокупности городов страны по величине подвижности на ГПТ;

разработать метод прогнозирования маршрутной подвижности;
разработать метод прогнозирования средней дальности сетевой и маршрутной поездки (см. гл.4).

2.1.2. Методика исследования и надежность исходной информации

Закономерности массовых процессов, к которым относится и городское движение, носят детерминированно-вероятностный характер (см.1.2). Они четко проявляются только при достаточно большом числе наблюдений. В основу всех расчетов, связанных с анализом маршрутной подвижности и ее зависимости от численности населения, а также с поиском методов прогнозирования подвижности в совокупности городов страны должны быть положены достоверные данные об объемах перевозок на ГПТ. Нами для исследования был выбран период 1960-1970 гг., когда статистический учет перевозок на ГПТ был наложен хорошо. Репрезентативность исходной информации обеспечена тем, что на первом этапе рассматривались все города СССР и России с численностью населения свыше 100 тыс.чел. Для определения объемов перевозок на ГПТ в работе использованы данные ранее существовавших республиканских министерств жилищно-коммунального хозяйства и минавтотрансов, многочисленные статистические справочники, публикации ИКТП при Госплане СССР и другие источники.

При подготовке исходной информации по каждому городу определялась маршрутная подвижность (численность населения в городах принята на конец года по данным официальных справочников¹). Очевидно, что расчеты следовало делать с учетом численности населения на середину года, однако анализ показал, что за редким исключением, когда в состав города включался поселок или другая административная единица, расчет по численности населения на конец и на середину года дает одинаковые результаты.

Особые трудности представлял сбор и интерпретация данных по автобусным перевозкам, т.к. ранее внутригородские и пригородные объ-

¹ Численность населения принималась в административных границах (т. е. численность собственно городского населения) без учета населения, проживающего в населенных пунктах, подчиненных в то время горисполкомам. Исключение представлял г.Баку в силу специфики своей планировочной структуры.

емы перевозок не разделялись. Кроме того, анализ динамики объемов перевозок по годам в ряде городов показал резкие спады и скачки, не подтверждаемые данными об открытии новых линий, увеличении (уменьшении) количества подвижного состава на линии и т.д.

В связи с вышеизложенным первым этапом исследования явилась проверка надежности рядов маршрутной подвижности на ГПТ в целях выявления и анализа "выпадающих" значений подвижности (как максимальной, так и минимальной). По результатам проверки для последующего анализа были сформированы векторы $\{P_i\}$ и $\{N_i\}$ по 170 городам в 1961 г. (из 175 городов с $N > 100$ тыс.чел.), 172 города из 177 в 1962 г., 177 городам из 182 в 1963, 187 городам из 192 в 1965 г., 197 из 202 городов в 1967 г., 203 города из 208 в 1968 и 1969 гг.

Естественно, что в такого рода исследованиях большой интерес представлял бы анализ подвижности во всей совокупности городов страны, а не только по городам с $N > 100$ тыс.чел. В городах меньшей людности пассажирские перевозки в основном выполняются на автобусах, а именно эта составляющая объемов перевозок на ГПТ представляется наименее достоверной. Таким образом, исследованная нами совокупность городов СССР охватывала подавляющее количество населения городов с $N > 100$ тыс. чел. и объемов перевозок на ГПТ.

Поиск моделей, описывающих изменение маршрутной подвижности во времени и в зависимости от численности населения городов, проводился с применением корреляционного и регрессионного анализов. Известно, что для нахождения уравнения регрессии, выражающего количественную зависимость между исследуемыми параметрами, необходимо определить общий вид зависимости и рассчитать параметры уравнения. Общий вид зависимости должен согласовываться с логическими соображениями о природе и характере исследуемых связей.

В то же время искомая зависимость должна быть наиболее простой, не требующей сложных расчетов при ее использовании на практике. В связи с этим было предусмотрено по каждой связи $Y = f(x)$ осуществлять проверку семи наиболее распространенных в экономических исследованиях зависимостей:

$$Y = a_1 X + b_1 ; \quad (5)$$

$$Y = a_2 X^2 + b_2 ; \quad (6)$$

$$Y = a_3 / X + b_3 ; \quad (7)$$

$$Y = a_4 \ln(X) + b_4; \quad (8)$$

$$Y = \exp\{a_5 X + b_5\}; \quad (9)$$

$$Y = b_6 \exp\{a_6 X\}; \quad (10)$$

$$Y = b_7 X^{\alpha_7} \quad (11)$$

Программа исследования предусматривала включение и других, более сложных кривых. Однако для определения генерализованной тенденции применение кривых высоких порядков, как показано в главе 1, нецелесообразно. По каждой кривой рассчитывались и выводились на печать следующие оценочные параметры:

1) средние значения \bar{x} и \bar{y} :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$$

2) средние квадраты отклонений - дисперсии S_x^2 и S_y^2 :

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2, \quad S_y^2 = \frac{1}{n-1} \sum (y_i - \bar{y})^2;$$

3) средние квадратичные отклонения S_x и S_y :

$$S_x = \sqrt{S_x^2}, \quad S_y = \sqrt{S_y^2};$$

4) коэффициент корреляции r и его ошибка m_r :

Особенностью программы является оценка тесноты связи по коэффициенту корреляции, т.к. уравнения (6)-(8) приводятся к простейшему уравнению регрессии (линейному) путем замены функциональной переменной, а уравнения (9)-(11) - путем логарифмирования.

$$r_{yx} = \frac{1/(n-1) \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{S_x S_y}, \quad m_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n-2}};$$

5) коэффициент надежности t_r для оценки достоверности коэффициента корреляции

$$t_r = \left| \frac{r}{m_r} \right| = \left| \frac{r - \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \right|$$

6) функция Фишера Z и ее ошибка m_z - на случай малой выборки:

$$Z = \frac{1+r}{1-r}, \quad m_z = \frac{1}{\sqrt{n-3}};$$

7) оценка надежности связи по функции Фишера t_z :

$$t_z = \frac{Z}{m_z} = \frac{1}{2} \left(\ln \frac{1+r}{1-r} \right) \sqrt{n-3};$$

8) коэффициенты регрессии a и b:

$$a_i = r \frac{S_y}{S_x}, \quad b_i = \bar{y} - a_i \bar{x};$$

9) остаточная дисперсия D_o :

$$D_o = \frac{\sum (y_i - ax_i - b_i)^2}{n-2} = \frac{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2}{n-2};$$

10) коэффициент адекватности связи - F -критерий Фишера
(отношение дисперсий):

$$F = \frac{S^2 y}{D_o};$$

11) количество членов ряда n.

Приведенные выше оценочные показатели позволяют надежно установить наличие и отсутствие связи, выбрать форму связи, оценить адекватность модели рассматриваемому процессу.

2.1.3. Динамика маршрутной подвижности в совокупности городов страны

Маршрутная подвижность населения городов России за последние 30 лет непрерывно росла (рис.3). Если в 1965 г. она составляла 269,9 поездок на жителя в год, то уже в 1975 г. - 348,9 (прирост - 29,3%), в 1985 г. - 387,5 (прирост - 43,6%), а в 1995 г. - 426,6 (прирост - 58,1%). Таким образом, несмотря на увеличение численности населения городов в рассматриваемом периоде, маршрутная подвижность выросла в 1,58 раза.

Рассмотрим подробно анализируемые данные 60-х годов.

В совокупности городов с $N > 100$ тыс.чел. в рассматриваемый период темпы роста людности среднего города были существенно ниже, чем темпы роста объемов перевозок на ГПТ. Как следствие, средняя маршрутная подвижность выросла на четверть.

Интересно сопоставить полученные результаты с результатами обработки данных об учтенной подвижности в 1936 г. в 50 городах страны с $N > 100$ тыс.чел., выполненной автором по данным журнала "Транспорт и дороги города" (1937, №7). Средняя маршрутная подвижность в 1936 г. составляла 80,8% средней подвижности 1961г. Рост средней подвижности за 1936-68 гг. составил 51,1%. Однако людность среднего города с $N > 100$ тыс.чел. в 60-х годах была ниже чем в середине 30-х годов (384,1 тыс.чел. в 1936 г. и 352,1 тыс.чел в 1969 году), что объясняется быстрым ростом количества городов с численностью от 100 до 250 тыс.человек в 60-х годах.

Анализ данных табл.1 свидетельствует, что совокупность исследуемых городов по численности населения не была однородной - коэффициент вариации численности населения хотя и имеет тенденцию к уменьшению, однако его значение существенно выше порогового значения однородной совокупности. Динамика коэффициента вариации маршрутной подвижности и его значения позволяют утверждать, что исследуемая совокупность городов по этому признаку однородна и степень однородности во времени увеличивается (т.е. коэффициент вариации подвижности непрерывно уменьшается).

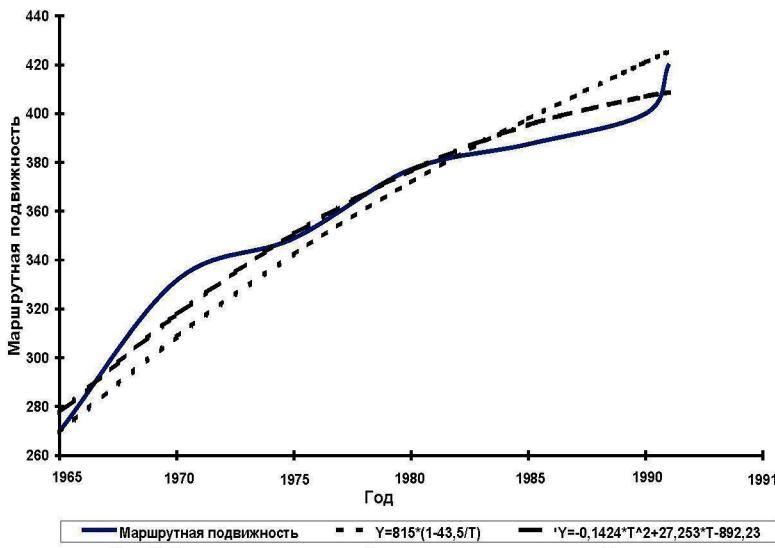


Рис. 3 Динамика маршрутной подвижности в городах России

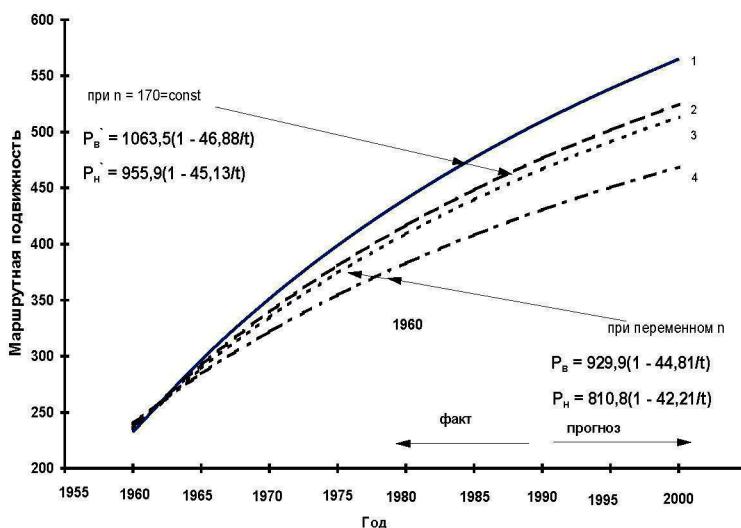


Рис.4 Изменение средней маршрутной подвижности на ГПТ по годам (города с численностью населения более 100 тыс.чел):
1 и 3 - верхние, 2 и 4 - нижние доверительные интервалы

Таблица 1
Изменение маршрутной подвижности на ГПТ
в совокупности городов страны при N>100 тыс. жителей

Показатель	1961	1963	1965	1967	1969
Средняя людность тыс.чел. N	334,9	345,0	346,7	350,9	352,1
Средняя подвиж- ность P	243,6	268,8	295,4	303,2	297,5
Среднее квадра- тическое отклоне- ние:	553,8	564,1	556,7	556,0	555,5
население S _n	92,4	94,3	99,3	102,6	100,2
подвижность S _p					
Коэффициент вариа- ции, % :					
население	165,4	163,5	160,6	158,4	157,8
подвижность	37,9	35,1	33,6	33,8	33,7
B % к 1961г.:	100	103,0	103,5	104,8	105,1
N	100	110,3	121,3	124,5	122,1
P	100	101,9	100,5	100,4	100,3
S _n	100	102,1	107,3	111,0	108,4
S _p					
Количество учтен- ных городов	170	177	187	197	203

На рис.4 по данным наших расчетов приведена динамика изменения маршрутной подвижности в совокупности городов страны, а на рис.5 - по группам городов. Аппроксимация рядов динамики маршрутной подвижности позволила получить следующие связи:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_h = 810,8 \left(1 - \frac{42,21}{t} \right) \\ P_b = 929,9 \left(1 - \frac{44,81}{t} \right) \end{array} \right. \quad (12)$$

$$P_b = 929,9 \left(1 - \frac{44,81}{t} \right) \quad (13)$$

с параметрами: $r = -0,925$; $t_r = 6,248$; $t_z = 3,216$; $F = 8,607$.

Примечание: индексы н и в обозначают здесь и далее нижний и верхний доверительные интервалы

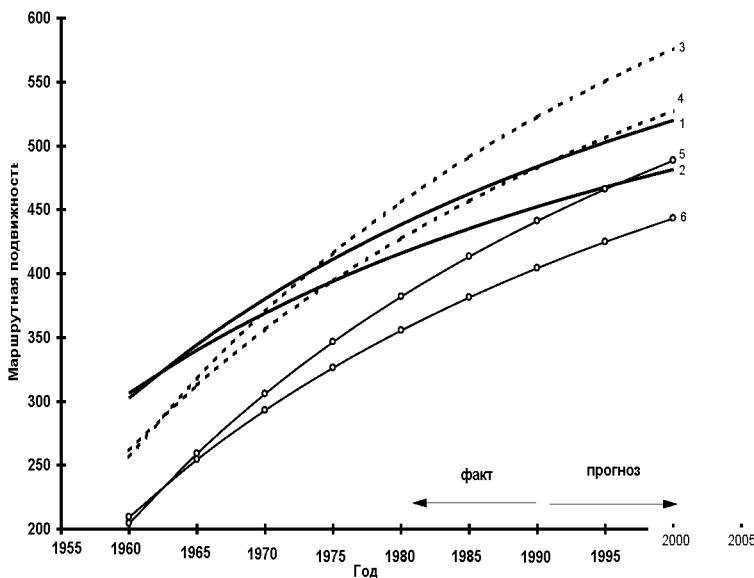


Рис. 5 Динамика маршрутной подвижности на ГПТ по группам городов:
верхние и нижние доверительные интервалы: -1 и 2 - для городов от 500 до
1000 тыс. жителей, 3 и 4 - от 250 до 500 тыс.жителей, 5 и 6 - от 100 до 250 тыс.
жителей

Таким образом, кривые (12) и (13) адекватно описывают изменения маршрутной подвижности во времени. Свободный член в этих формулах дает представление о максимальных (пределых) величинах подвижности на ГПТ.

Если рассматривать раздельно города по группам разной людности, то модели изменения подвижности на ГПТ примут вид:

города второй группы (500-1000тыс.чел)

$$\bar{P}_n = 744,2 \left(1 - \frac{35,28}{t}\right); \quad (14)$$

$$\bar{P}_b = 846,2 \left(1 - \frac{38,54}{t}\right); \quad (15)$$

города третьей группы (250-500тыс.чел)

$$\bar{P}_h = 926 \left(1 - \frac{43,05}{t}\right); \quad (16)$$

$$\bar{P}_b = 1055,5 \left(1 - \frac{45,43}{t}\right); \quad (17)$$

города четвертой группы (100-250 тыс.чел.)

$$\bar{P}_h = 793,9 \left(1 - \frac{44,17}{t}\right); \quad (18)$$

$$\bar{P}_b = 914,7 \left(1 - \frac{46,59}{t}\right). \quad (19)$$

Оценки надежности коэффициентов корреляции и адекватности по зависимостям (12) - (19) свидетельствуют о существовании этих зависимостей и их устойчивости.

Выше был выполнен анализ изменения маршрутной подвижности по совокупности городов страны с $N > 100$ тыс.чел. Как видно из табл.1, количество городов во времени изменялось. В связи с этим необходимо проанализировать, как изменяется во времени маршрутная подвижность для одной и той же группы городов. С этой целью из совокупности городов с $N > 100$ тыс.чел. каждого года T_i были отобраны города, которые образовали совокупность городов 1961 г. Таким образом, дальнейший анализ выполнен при $n=170$ по одним и тем же городам в разные годы (табл.2).

Как видно из табл.1 и 2, темпы роста людности среднего города и средней подвижности для одной и той же совокупности городов разных лет существенно выше, чем для разных совокупностей. Так, при неизменном количестве городов численность населения среднего города выросла в 1969 г. по сравнению с 1961 г. на 18,7%, при переменном количестве городов - на 5,1%; средняя маршрутная подвижность выросла в 1969 г. по одним и тем же городам на 28,3%, а по всей совокупности городов - на 22,1%.

Таблица 2

Изменение маршрутной подвижности в совокупности городов страны при постоянном количестве городов ($n = 170$)

Годы		1961	1963	1965	1967	1969
Средняя плодность тыс.чел. - N		334,9	354,9	370,4	388,4	397,5
Средняя подвижность - Р		243,6	272,5	302,7	314,8	312,5
Среднее квадратическое отклонение	Население Sn	553,8	573,5	578,7	590,1	596,7
	Подвижность Sp	92,4	92,3	96,6	98,8	95,2
Коэффициент вариации, %	Население	165,4	161,6	156,2	151,9	150,1
	Подвижность	37,9	33,9	31,9	31,4	30,5
В % к 1961г.	N	100	106,0	110,6	116,0	118,7
	P	100	111,9	124,3	129,2	128,3
	Sn	100	103,6	104,5	106,6	107,8
	Sp	100	99,9	104,5	106,9	103,0

Таким образом, средняя маршрутная подвижность по всей совокупности городов растет в основном за счет увеличения подвижности "старых" городов, давно входящих в совокупность городов с населением $N > 100$ тыс. чел. Появление же в этой группе "молодых" стотысячников приводит к сдерживанию роста подвижности, т.к. транспортные системы ГПТ этих городов чаще всего развиты недостаточно.

Рассматривая одну и ту же совокупность городов за ряд лет, можно отметить, что эта совокупность по признаку "численность населения" неоднородна, а по признаку "подвижность" - однородна. Однако коэффициенты вариации численности населения и подвижности этой совокупности городов уменьшаются быстрее, чем по всей совокупности городов, что свидетельствует об определенном выравнивании значений подвижности. Сказанное выше подтверждается результатами моделирования маршрутной подвижности во времени (по годам) для одной и той же совокупности городов в сравнении с формулами (12) и (13):

$$P_H = 955,9 \left(1 - \frac{45,13}{t} \right); \quad (20)$$

$$P_B = 1063,5 \left(1 - \frac{46,88}{t} \right). \quad (21)$$

$r = -0,974; \quad t_r = 8,656; \quad t_z = 3,761; \quad F = 15,786;$
 $r = -0,990; \quad t_r = 12,451; \quad t_z = 3,776; \quad F = 39,507.$

Проведенный в данном параграфе анализ с учетом того факта, что неоднородные совокупности не подчиняются нормальному закону распределения, позволяет предположить, что при поиске связи "подвижность - численность населения" наилучшие результаты могут дать логарифмические кривые вида $P = a \ln N + b$.

2.1.4. Анализ связи маршрутной подвижности и численности населения городов

В соответствии с методикой, рассмотренной в 2.1.2, моделирование связи осуществлялось по кривым (5-11). Если наилучшему описанию связи придать ранг, равный 1, то наихудшее из рассмотренных описаний будет характеризоваться рангом 6. В табл.3 приведены ранги связи маршрутной подвижности и численности населения: 1) при переменном количестве городов в совокупности городов страны и 2) при неизменной совокупности городов.

Таблица 3
Ранги связи учтенной подвижности и численности населения
(при $N > 100$ тыс.чел.)

Год	$P = aN + b$	$P = aN^2 + b$	$P = a/N + b$	$P = a \ln N + b$	$P = \exp[aN+b]$	$P = bN^a$
1936	1	2	1	2	1	2
	2	5	-	4	-	6
	-				-	-
1961	4	4	5	5	2	1
1963	4	4	5	6	2	2
1965	4	4	5	6	2	2
1967	4	4	5	6	1	2
1969	4	4	6	6	1	2

Примечание: 1 - при переменном количестве городов; 2 - при неизменной совокупности городов.

Таким образом, как и ожидалось, наилучшие результаты при моделировании связи $P=f(N)$ получены по логарифмической кривой, далее

по гиперболе и по степенной функции (как по всей совокупности городов, так и при неизменном количестве городов).

Уравнения регрессии для двух лучших аппроксимаций приведены в табл.4.

Таблица 4
Зависимость маршрутной подвижности от численности населения города (при переменном количестве городов)

Год	Логарифмическая кривая	Гипербола
1961	$P = 68,086 \ln N - 126,9$	$P = 330,9 - 16505/N$
1963	$P = 72,162 \ln N - 125,8$	$P = 363,8 - 18400/N$
1965	$P = 69,295 \ln N - 84,0$	$P = 390,4 - 18485/N$
1967	$P = 69,476 \ln N - 77,9$	$P = 400,2 - 19028/N$

Оценим результаты моделирования с точки зрения их надежности и адекватности исследуемому процессу (табл.5 и 6). Коэффициент корреляции наилучшей аппроксимации во времени колебался от -0,494 до -0,540, и следовательно, уровень детерминации изменяется от 24,4 до 29,1%, т.е. до 30% вариации маршрутной подвижности может быть объяснено изменением численности населения городов, а остальные 70% объясняются специфическими особенностями городов и их транспортных систем. Полученные коэффициенты корреляции статистически отличаются от нуля, т.к. значения коэффициентов t_r и t_z (см. табл.5 и 6), существенно выше табличных значений. F - критерий свидетельствует о том, что связь адекватно описывает исследуемый процесс ($F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$).

Характерным моментом исследуемой связи является то, что коэффициенты корреляции для неизменной по годам совокупности городов несколько ниже, чем при рассмотрении связи по всем городам с населением $N > 100$ тыс. чел. Это обстоятельство приводит к мысли, что характер кривой $P=f(N)$ определяется изменением маршрутной подвижности в городах с населением от 100 до 250 тыс.чел.

В целом, анализ связи $P=f(N)$ (рис. 6) свидетельствует о том, что численность населения города в качестве определяющего фактора для прогнозирования маршрутной подвижности, как и было показано в 1.2, может использоваться только при расчетах по всей совокупности городов страны или крупных регионов. С другой стороны, отклонения фактической подвижности от значений, получаемых по формулам связи

$P=f(N)$, позволяют анализировать влияние специфических для каждого города факторов на маршрутную подвижность (см. гл. 1.2).

Таблица 5
Параметры связи учтенной подвижности и численности
населения (совокупность страны с $N \geq 100$ тыс. чел.) -
четыре лучшие аппроксимации

Кол - во городов		1961	1963	1965	1967	1969
		170	177	187	197	203
P	Ранг	4	4	4	4	4
=	r	0,459	0,478	0,422	0,414	0,425
aN	Tr	6,701	7,199	6,336	6,345	6,666
+	F	1,260	1,289	1,210	1,200	1,215
b	a	0,0766	0,0799	0,0753	0,0763	0,0767
	b	217,9	241,2	269,3	276,4	270,5
P	Ранг	2	2	2	1	1
=	r	-0,494	-0,531	-0,505	-0,504	-540
a/N	Tr	7,374	8,286	7,962	8,143	9,088
+	F	1,316	1,384	1,336	1,333	1,404
b	a	-16505	-18400	-18485	-19028	-19961
	b	330,9	363,8	390,4	400,2	399,0
P	Ранг	1	1	1	2	2
=	r	0,534	0,559	0,511	0,499	0,527
a ln N	Tr	8,194	8,918	8,094	8,040	8,784
+	F	1,391	1,446	1,347	1,325	1,377
b	a	68,086	72,162	69,295	69,476	71,530
	b	-126,9	-125,8	-84,0	-77,9	-95,1
P	Ранг	3	3	3	3	3
=	r	0,474	0,499	0,467	0,476	0,503
bN ^a	Tr	6,985	7,618	7,189	7,566	8,248
	F	1,283	1,324	1,272	1,287	1,332
	a	3,941	4,056	4,267	4,304	4,228
	b	0,2713	0,2686	0,2475	0,2454	0,2558

Таблица 6

**Параметры связи учтенной подвижности и численности населения при неизменном количестве городов ($n = 170$) -
четыре лучшие аппроксимации**

		1961	1963	1965	1967	1969
P	Ранг	4	4	4	4	4
=	r	0,459	0,483	0,425	0,415	0,424
aN	Tr	6,701	7,143	6,091	5,906	6,060
+	F	1,260	1,296	1,214	1,200	1,211
b	a	0,0766	0,0777	0,0710	0,0694	0,0676
	b	217,9	244,9	276,4	287,9	285,7
P	Ранг	2	2	2	2	1
=	r	-0,494	-0,515	-0,489	-0,466	-0,483
a/N	Tr	7,374	7,788	7,258	6,832	7,144
+	F	1,316	1,353	1,306	1,270	1,296
b	a	-16505	-18143	-18845	-19078	-19380
	b	330,9	362,8	392,0	400,8	397,6
P	Ранг	1	1	1	1	2
=	r	0,534	0,551	0,497	0,469	0,481
a ln N	Tr	8,194	8,558	7,426	6,878	7,119
+	F	1,391	1,427	1,320	1,274	1,294
b	a	68,086	70,061	66,404	63,987	63,336
	b	-126,9	-113	-66,0	-43,8	-44,0
P	Ранг	3	3	3	3	3
=	r	0,474	0,495	0,460	0,453	0,462
bN ^a	Tr	6,985	7,382	6,712	6,582	6,756
	F	1,283	1,316	1,261	1,250	1,264
	a	3,941	4,181	4,407	4,497	4,500
	b	0,2713	0,2481	0,2250	0,2143	0,2122

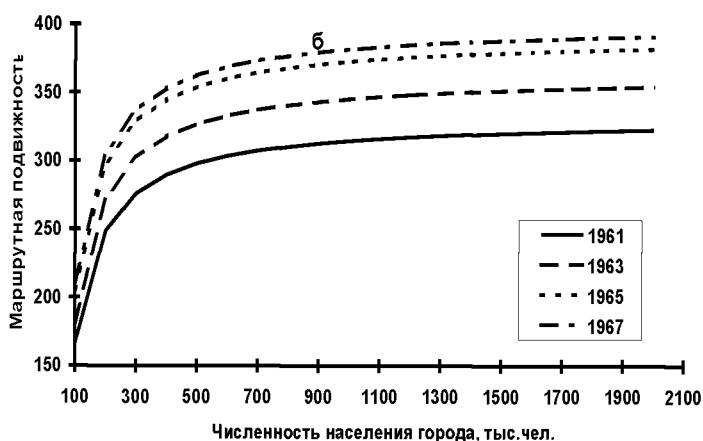
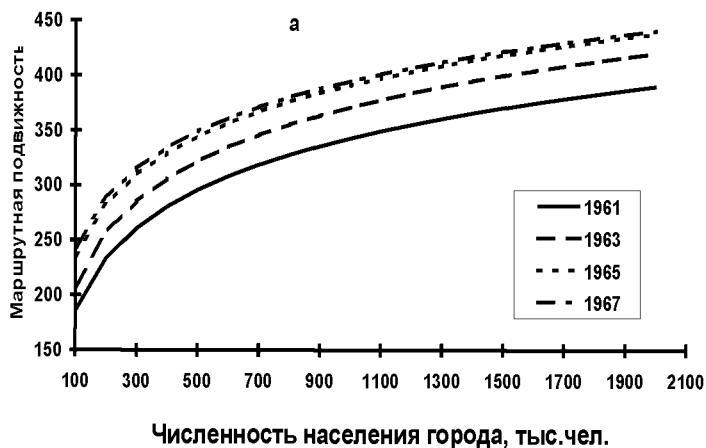


Рис.6 Зависимость маршрутной подвижности от численности населения города: а - логарифмическая кривая; б - гипербола

Сопоставление кривых $P=f(N)$ для всей совокупности городов и для одних и тех же городов разных лет (неизменной совокупности городов) показало, что кривые практически не отличаются¹.

Таким образом, выше были получены модели вида $P=f_1(t)$ и $P=f_2(N)$. В связи с этим возникает возможность создания модели вида $P=f(N, t)$, которая учитывала бы сложившиеся тенденции роста подвижности во времени и влияние численности населения. Анализ изменения параметров связи $P=f(N)$ во времени показал, что величины a_t и b_t изменяются по гиперболе. Это вполне естественно, т.к. маршрутная подвижность может расти только до определенного предела, лимитированного суточным бюджетом времени на передвижение и средней затратой времени на одно передвижение (см. гл.3).

Итак, исходная информация задана (табл.5) в виде $P_t = b_t - \frac{a_t}{N}$,

где
$$a(t) = 43862,1(1 - 37,37/t); \quad (24)^2$$

¹ Конгрольные расчеты показали: когда из общей совокупности городов исключались Москва и Ленинград, теснота связи между P и N ослабевала - коэффициент корреляции наилучшей аппроксимации уменьшался, например, с 0,484 до 0,397 в 1961 г. и с 0,537 до 0,516 в 1969 г.

² $a(t)$ и $b(t)$ может быть также аппроксимировано логарифмической кривой и линейной зависимостью:

$$(24a) \quad a(t)=25399(\ln t-3,44);$$

$$(24b) \quad a(t)=393,1(t-17,68),$$

с оценочными параметрами соответственно $t=0,938$ и $0,936$; $t_r=5,412$ и $5,330$; $t_z=2,981$ и $2,956$; $F=6,659$ и $6,482$;

$$(25a) \quad b(t)=631(\ln t-3,57);$$

$$(25b) \quad b(t)=9,75(t-26,1),$$

с оценочными параметрами соответственно $t=0,963$ и $0,960$; $t_r=7,179$ и $6,821$; $t_z=3,447$ и $3,362$; $F=11,108$ и $10,106$.

Рассматривая совместно (24a) и (25a) с учетом погрешностей аппроксимации, получаем

$$a(t) = 40b(t) \text{ и } b(t) = 631 (\ln t - 3,5).$$

Аналогично, рассматривая (24b) и (25b), имеем

$$a(t) = 40b(t) \text{ и } b(t) = 10(t - 22).$$

$$b(t) = 1007,8 \left(1 - 40,185/t\right). \quad (25)^2$$

Оценка связей $a(t)$ и $b(t)$ приведена в табл. 7.

Таблица 7

Оценка связей $a = f(t)$ и $b = f(t)$

Связь	r	Tr	Tz	F
a - t	-0,940	5,494	3,006	6,836
b - t	-0,967	7,572	3,536	12,268

$$\text{Тогда } P_{(N,t)} = 1007,8 - \frac{40800}{t} - \frac{43862,1}{N} + \frac{1639186}{Nt} = \\ = 1007,8 \left(1 - \frac{43,52}{N}\right) - \frac{40800}{t} \left(1 - \frac{40,18}{N}\right). \quad (26)$$

Проведя преобразование (26) с учетом возможных ошибок аппроксимации получим

$$P_{(N,t)} = 1007,8 \left(1 - \frac{41,85}{N}\right) \left(1 - \frac{40,48}{t}\right) \quad (27)$$

При логарифмической кривой зависимости $P_t=f(N)$, $a(t)=\text{const}=70,21$ и $b(t) = \text{const} = 106,1$. Тогда кривая $P = f(N,t)$, будет иметь вид:

$$P = 70,21 \ln N - 106,1. \quad (28)$$

В этом случае мы приходим к модели, осредняющей модели, приведенные в табл. 4.

Применяя аналогичный способ, найдем функцию $P = f(N,t)$ для неизменной совокупности городов:

$$a(t) = 40915 \left(1 - \frac{35,5}{t}\right); \quad (29)$$

$$b(t) = 1004,6 \left(1 - \frac{40,4}{t}\right); \quad (30)$$

($r = -0,934$ и $-0,960$; $t_r = 5,229$ и $6,827$; $t_z = 2,925$ и $3,363$; $F = 6,269$ и $10,122$);

$$P = 1004,6 - \frac{40592,9}{t} - \frac{40915}{N} + \frac{1452597,4}{tN} = \\ = 1004,6 \left(1 - \frac{38,52}{N}\right) \left(1 - \frac{40,4}{t}\right). \quad (31)$$

Как видно из (27) и (31), эти модели дают практически одинаковые результаты.

На рис.7 приведены фактические и прогнозные значения маршрутной подвижности за период 1960-2000 гг. для городов разной плотности.

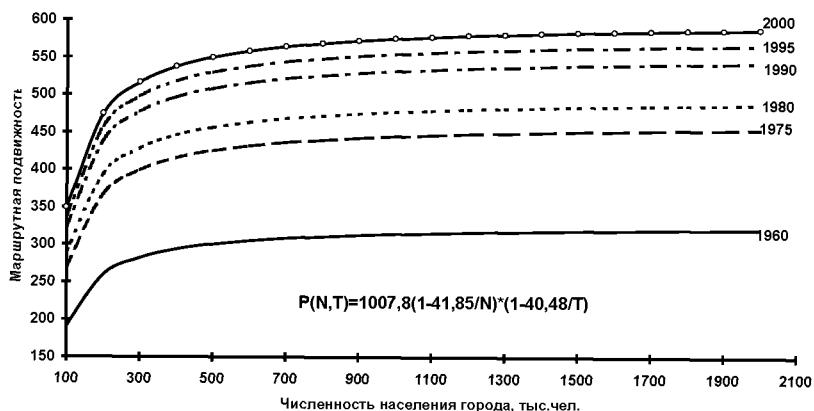


Рис. 7 Изменение маршрутной подвижности во времени по городам разной плотности

Таким образом, мы получили третью модель для прогнозирования маршрутной подвижности в зависимости от людности города и с учетом тенденций изменения подвижности во времени: $P = f(N, t)$.

Это позволяет перейти к ранее поднятому вопросу о форме кривой $P=f(N)$ при разбиении совокупности городов страны на группы:

II - 500-1000 тыс.чел.;

III - 250 - 500 тыс.чел.;

IV - 100 - 250 тыс.чел. (табл. 8).

**Таблица 8
Статистические характеристики маршрутной подвижности
населения в городах СССР разной людности (60-е годы)**

Год	Сред- няя люд- ность, тыс.чел.	Сред- няя под- виж- ность	Среднее ква- дратическое отклонение по		Коэффици- ент вариации % по		Изменение в % к показа- телям 1961 г.	Кол-во гор-дов
			N	P	N	P		
II группа $500 \leq N \leq 1000$ тыс.чел.								
1961	707,3	305,6	130,4	72,6	18,4	23,8	100,0	100,0
1963	702,0	332,4	06,8	74,3	5,2	22,4	99,3	108,8
1965	728,7	348,6	117,2	67,6	16,1	19,4	103,0	114,1
1967	724,7	354,5	130,8	62,3	18,0	17,6	102,5	116,0
1969	720,0	349,6	130,7	67,2	18,2	19,2	101,8	114,4
III группа $250 \leq N \leq 500$ тыс.чел.								
1961	338,0	267,5	65,8	78,5	19,5	29,3	100,0	100,0
1963	340,8	293,4	64,8	81,9	19,0	27,9	100,8	109,7
1965	351,9	326,0	63,1	87,2	17,9	26,8	104,1	121,9
1967	348,7	334,4	57,2	78,8	16,4	23,6	103,2	125,0
1969	345,2	328,9	59,4	74,2	17,2	22,6	102,1	123,0
IV группа $100 \leq N \leq 250$ тыс.чел.								
1961	150,7	214,3	40,2	79,7	26,7	37,2	100,0	100,0
1963	151,6	237,2	38,4	80,5	25,3	33,9	100,6	110,7
1965	154,5	265,6	40,3	90,7	26,1	34,2	102,5	123,9
1967	156,2	274,5	41,7	100,0	26,7	36,4	103,6	128,1
1969	155,3	268,1	40,4	96,6	26,0	36,0	103,0	125,1

Из данных табл.8 видно, что в рассматриваемом периоде максимальные темпы роста людности среднего города в группе маршрутной

подвижности были характерны для городов IV группы, а минимальные - для городов II группы. В совокупности городов как II, так и III и IV групп показатели численности населения и по маршрутной подвижности однородны.

Моделирование связи "маршрутная подвижность - численности населения города" по группам городов показало, что во II и III группах такого рода связи отсутствуют. В IV группе связь $P = f(N)$ есть, и она устойчива (табл.9,10). Лучшие аппроксимации получены с использованием следующих кривых: логарифмическая, линейная, гиперболическая (причем результаты расчетов по этим кривым мало различаются).

Как видно из табл.10, теснота связи между подвижностью на ГПТ и численностью населения в IV группе городов быстро усиливается. Коэффициент корреляции в 1961г. был равен 0,318 а в 1969 г. -0,499; однако уровень детерминации не превышает 25%.

Таблица 9
Ранги связи учтенной подвижности и численности населения в IV группе городов (от 100 до 250 тыс.чел.)

Год	$P = aN + b$	$P = aN^2 + b$	$P = a/N + b$	$P = a \ln N + b$	$P = b e^{aN}$	$P = bN^a$
1961	3	4	2	1	6	5
1963	1	4	3	2	6	5
1965	1	3	4	2	6	5
1967	3	5	4	1	6	2
1969	4	6	2	1	5	3

Таблица 10
Зависимость маршрутной подвижности от численности населения городов IV группы (от 100 до 250 тыс.чел.) - логарифмическая кривая

Год	r	r^2	t_r	t_z	Уравнение регрессии
1961	0,318	0,101	3,428	3,350	$P=98,465 \ln N - 276,2$
1963	0,404	0,163	4,542	4,385	$P=131,530 \ln N - 419,2$
1965	0,417	0,174	4,918	4,740	$P=147,942 \ln N - 475,2$
1967	0,438	0,192	5,357	5,144	$P=167,191 \ln N - 564,2$
1969	0,499	0,249	6,383	6,050	$P=187,727 \ln N - 672,9$

Обобщение моделей вида $P_{iv}(t) = a(t)\ln N - b(t)$ для четвертой группы городов позволило получить следующую кривую:

$$Pt = 11,7(t - 52,3)(\ln N - 4,46), \quad (31)$$

где

$$a(t) = 899,4 \left(1 - \frac{54,2}{t} \right)$$

при $r = 0,992$, $t_r = 15,665$, $t_z = 4,737$, $F = 49,881$;

или $a(t) = 11,7(t - 52,4)$

при $r = 0,992$, $t_r = 15,347$, $t_z = 4,737$, $F = 47,9053$;

$$b(t) = 50,9(t - 55,3)$$

при $r = 0,986$, $t_r = 11,704$. $t_z = 4,273$, $F = 28,197$.

Таким образом, исследование изменения маршрутной подвижности позволило получить комплекс моделей для предварительного (укрупненного) прогнозирования объемов перевозок в совокупности городов страны или региона.

Как показано в гл.1, прогнозирование маршрутной подвижности (в более общем случае транспортно-планировочных параметров) дает наилучшие результаты тогда, когда используется не одна модель (или не одна группа моделей, базирующихся на одном и том же принципе), а две или более моделей (группы моделей), в основу конструирования которых положены разные принципы. В связи с этим после традиционного подхода, когда маршрутная подвижность связывается с численностью населения города, перейдем к конструированию второй группы моделей.

2.1.5. Теоретические основы методики прогнозирования маршрутной подвижности

В основу разработки принципов создания моделей, позволяющих определить среднюю величину маршрутной подвижности в совокупности городов страны (по группам городов) положена следующая гипотеза: города по маршрутной подвижности в этой совокупности распределяются по нормальному закону

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x - a)^2}{2\sigma^2}\right], \quad (32)$$

где a - средняя по совокупности городов маршрутная подвижность.

При использовании модели (32) для прогнозирования маршрутной подвижности основной задачей является изучение характера изменения величины математического ожидания подвижности ($a = \bar{P}$) и среднего квадратического отклонения S_p во времени. Для дальнейших рассуждений предложим ряд гипотез:

1) на прогнозируемый достаточно большой отрезок времени величина средней маршрутной подвижности будет увеличиваться до определенного предела, а затем стабилизируется;

2) среднее квадратическое отклонение маршрутной подвижности (σ) во времени будет увеличиваться или уменьшаться, что свидетельствует об увеличении (уменьшении) разброса подвижности в городах вокруг среднего значения по всей совокупности городов.

Естественно, что величина среднего квадратического отклонения во времени не может расти (или уменьшаться) беспрепятственно; поэтому введем некоторые ограничения.

Аппроксимируем a и σ следующим образом:

$$a(t) = a_0 + \frac{a_1}{t} + \frac{a_2}{t^2} + \dots; \quad (33)$$

$$\sigma(t) = b_0 + \frac{b_1}{t} + \frac{b_2}{t^2} + \dots, \quad (34)$$

где $a_0, a_1, a_2, \dots, b_0, b_1, b_2, \dots$ - неизвестные постоянные коэффициенты.

Коэффициенты a_0, b_0 следует задать априори (экспертно) как предельные значения $a(t)$ и $b(t)$ при $t \rightarrow \infty$. Этот факт отражен в (33),(34). Если ограничиться в (33),(34) конечным числом членов, то неизвестные коэффициенты $a_1, a_2, \dots, b_1, b_2, \dots$ можно найти, например, способом наименьших квадратов^{1,2}.

Подставляя выражения (33) и (34) в (32), получим модель распределения подвижности в любой год t в рассматриваемой совокупности городов с учетом разброса значений вокруг среднего значения:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma(t) \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x - a(t))^2}{2 \sigma^2(t)}\right]. \quad (35)$$

В результате вычислений по формуле (35) может быть определена величина $a(t)$, соответствующая, например, 70, 85 или 90 % обеспеченности, умножая которую на численность городского населения, получим объем пассажирских перевозок на массовом транспорте. Аналогичный подход может иметь место и при разбиении общей совокупности городов на определенные группы городов.

Модель (35) построена в предположении, что величины a и σ взаимонезависимы. На самом же деле эти величины взаимосвязаны.

¹ Более гибкие аппроксимации для a и σ можно получить в виде:

$$a(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [C_n \sin(nt) + d_n \cos(nt)]; \quad (33a)$$

$$\sigma(t) = P_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [P_n \sin(nt) + q_n \cos(nt)]. \quad (34a)$$

Здесь $C_0, C_n, d_n, P_0, P_n, q_n$ - неизвестные постоянные коэффициенты, которые можно определить, например, тем же способом наименьших квадратов, ограничившись в (33a), (34a) конечным числом членов. При этом следует учесть эволюцию $a(t)$ и $\sigma(t)$ при $t \rightarrow \infty$ к значениям a_0 и b_0 .

² $a(t) = p(t)$ получено ранее в 2.1.3 для всей совокупности городов и для отдельных групп городов.

Поиск взаимосвязи позволяет получить более корректную макромодель.

Рассмотрим вопрос о динамической взаимосвязанности $a(t)$ и $\sigma(t)$. Простейшей формулой взаимосвязи является линейная зависимость:

$$\sigma(t) = ka(t) + b. \quad (36)$$

где k и b - постоянные коэффициенты ($k < 0, b > 0$). Очевидно, что зависимость (36) имеет смысл лишь во внутренней части первого квадрата прямоугольной декартовой системы координат (σ, a).

Более точная зависимость может быть задана в виде

$$\sigma(t) = \frac{m}{a(t)}. \quad (37)$$

Здесь m - некоторый положительный коэффициент; в общем случае он может быть представлен некоторой положительной функцией.

Формулы (36) и (37) позволяют, зная зависимость от t одной величины - $a(t)$ или $\sigma(t)$, определить зависимость от t другой величины. Если, например, в (33) ограничиться тремя членами ряда, то из (37) следует:

$$\sigma(t) = \frac{1}{a_0} \left[1 - \frac{a_1 t + a_2}{a_0 t^2 + a_1 t + a_2} \right]. \quad (38)$$

При общем виде задания функциональной зависимости

$$\sigma(t) = f(a(t)) \quad (39)$$

следует полученное разложение $a(t)$, например, вида (33) или (33а) подставить в (39), откуда получается зависимость от t для σ .

Допустим, что в исследовании мы довольствуемся тремя членами в (33), (34) и зависимостью (37). Тогда можно заметить, что (38) не соответствует (33). Это закономерно, ибо необходимо решить отдельно вопрос о лучшей аппроксимации $a(t)$, $\sigma(t)$ и установлении между ними более точной функциональной зависимости.

Принципиальный подход к решению этой задачи состоит в следующем.

Для простоты изложений ограничимся аппроксимациями (33), (34), взяв в каждой из них n членов. Рассмотрим зависимость (39), которую запишем в виде:

$$F(a(t), \sigma(t)) = 0.$$

При любом способе определения неизвестных коэффициентов для (33), (34) будут фигурировать два критерия качества точности приближения $F_1(a_0, a_1, \dots, a_n)$, $F_2(b_0, b_1, \dots, b_n)$.

Рассмотрим $2n$ -мерный куб с заданными априори границами в пространстве коэффициентов $a_0, a_1, \dots, a_n, b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$. Разобьем его равноделенной сеткой на более мелкие равные кубы. В дальнейшем будем рассматривать вершины этих кубов. Тогда ответ на поставленный вопрос может дать следующая схема:

$$|F_1(a(a_0, a_1, \dots, a_n), \sigma(b_0, b_1, \dots, b_n))| \rightarrow \min$$

$$\text{при ограничениях } F_1(a_0, a_1, \dots, a_n) < A_1;$$

$$F_2(b_0, b_1, \dots, b_n) < A_2,$$

где A_1, A_2 - задаваемые ограничения на точность аппроксимации.

Решение этой схемы может быть реализовано, например, в рамках задач программирования, где решения выбираются из множества вершин кубов, определенных выше. Можно также воспользоваться многовариантным расчетом с последующей корректировкой.

Наконец, схему можно реализовать с использованием функции Лагранжа, применяемой в решении вариационных задач.

Решение поставленного в начале вопроса об установлении наиболее тесной связи между $a(t)$ и $\sigma(t)$ можно уточнить, если ограничение F_1 и F_2 заменить на

$$|F_1(a_0, a_1, \dots, a_n)| \rightarrow \min$$

$$|F_2(b_0, b_1, \dots, b_n)| \rightarrow \min.$$

Тогда, принимая в качестве допустимых решений множество точек внутри $2n$ -мерного куба, получим поставленную многокритериальную задачу, которую можно решить одним из известных способов [57].

Ниже излагается упрощенный подход, достаточный для решения практических задач.

Допустим $a(t)$ и $\sigma(t)$ аппроксимированы как

$$a(t) = a_0 + \frac{a_1}{t}; \quad (40)$$

$$\sigma(t) = b_0 + \frac{b_1}{t}. \quad (41)$$

Формула (41) учитывает при различных b_0, b_1 тенденцию как к убыванию, так и к возрастанию. Установим взаимосвязь σ и a при аппроксимациях (40), (41). Из (40) получаем

$$t = \frac{a_1}{a(t) - a_0}. \quad (42)$$

Используя (41), получим с подстановкой (42) и проведением элементарных преобразований

$$\sigma(t) = \frac{b_1}{a_1} a(t) + [b_0 - \frac{a_0}{a_1} b_1]. \quad (43)$$

Зависимость (43) линейная.

Рассмотрим общий случай аппроксимации a и σ . Пусть

$$a = f_1(t); \quad (44)$$

$$\sigma = f_2(t). \quad (45)$$

Если $f_1(t)$ такова, что (44) позволяет явным образом выразить t через (a) , т.е. $t = \varphi_1(a)$, то используя (45), получим

$$\sigma = f_2(\varphi_2(a)). \quad (46)$$

Если $f_1(t)$ не обладает отмеченным свойством, но $f_2(t)$ позволяет получить $t = \varphi_2(\sigma)$, то используя (44), получим

$$a = f_1(\varphi_2(\sigma)). \quad (47)$$

При невозможности разрешения (44) или (45) относительно t , можно установить зависимость между a и σ объединением (44) и (45) в систему, в которой t фигурирует как параметр. Иными словами: рассмотрим пространство (a, σ, t) ; определим в нем кривую, задавая t произвольные значения, $a(t)$ и $\sigma(t)$ находя из (44), (45). Проектируя эту кривую на плоскость $a, 0, \sigma$, получим кривую зависимости между (a) и σ .

Вернемся к формулам (40), (41) и (43). Согласно ранее высказанной гипотезе маршрутная подвижность не может увеличиваться бесконечно и, следовательно, $a(t)$ идет к насыщению. Тогда в (40) $a_0 > 0, a_1 < 0$. Рассмотрим приведенные выше альтернативы поведения:

1) $\sigma(t)$ убывает, тогда $b_0 > 0, b_1 < 0$; из (43) получаем $b_1 / a_1 < 0$;

2) $\sigma(t)$ возрастает, тогда $b_1 < 0$; из (43) получаем $b_1 / a_1 > 0$.

Первый случай является наиболее вероятным для неизменной совокупности городов в разные годы; при рассмотрении же всей совокуп-

ности городов страны с $N > 100$ тыс.чел. наиболее вероятен второй случай.

Таким образом, для использования описанного выше метода необходимо:

подтвердить, что распределение маршрутной подвижности в совокупности городов страны подчиняется нормальному закону;

установить характер изменения величин a и σ в (32);

установить, существует ли связь между $a(t)$ и $\sigma(t)$ и если да, то каков характер связи.

Ниже приводятся результаты проверки этих гипотез.

2.1.6. Проверка исходных гипотез методики прогнозирования маршрутной подвижности

2.1.6.1. Методика анализа распределения маршрутной подвижности в совокупности городов страны

В 2.1.5 в качестве основной гипотезы выдвинуто предположение о том, что распределение маршрутной подвижности в совокупности городов страны описывается кривой нормального распределения. Проверка этой гипотезы осуществлена путем расчета коэффициентов асимметрии A , эксцесса E , их среднеквадратических ошибок S_a и S_e и отношений A/S_a и E/S_e по формулам:

$$A = \frac{1}{n} \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3}{(S^2)^{3/4}} ; \quad (48)$$

$$E = \frac{1}{n} \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{(S^2)^2} - 3 ; \quad (49)$$

$$S_a = \sqrt{\frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)}} ; \quad (50)$$

$$S_e = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)^2}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}} , \quad (51)$$

где A - характеристика асимметрии;

E - характеристика эксцесса;

S_a и S_e - среднеквадратическая ошибка характеристики асимметрии и эксцесса.

Известно, что в предположении нормального закона распределения величины асимметрии и эксцесса должны быть равны нулю. Гипотеза о нормальном характере распределения принимается, если одновременно выполняются следующие условия:

$$\left. \begin{array}{l} |A| < 1,5 S_a \\ |E + \frac{6}{n+1}| < 1,5 S_e \end{array} \right\} . \quad (52)^1$$

Б.С. Ястребский [195] показал, что при однородной совокупности имеет место нормальный закон распределения. Следовательно, анализ коэффициентов вариации маршрутной подвижности (табл. 8) позволяет сделать предварительный вывод о том, что распределение городов страны по маршрутной подвижности подчиняется нормальному закону.

В табл.11 и на рис. 8 приведено распределение городов по маршрутной подвижности; показатели распределения отражены в табл.12.

¹ Отметим, что ряд исследователейставил менее жесткие ограничения:
 $|A| < 3S_a$

(52a)

$$|E + \frac{6}{n+1}| < 3S_e .$$

См., например, работу [170].

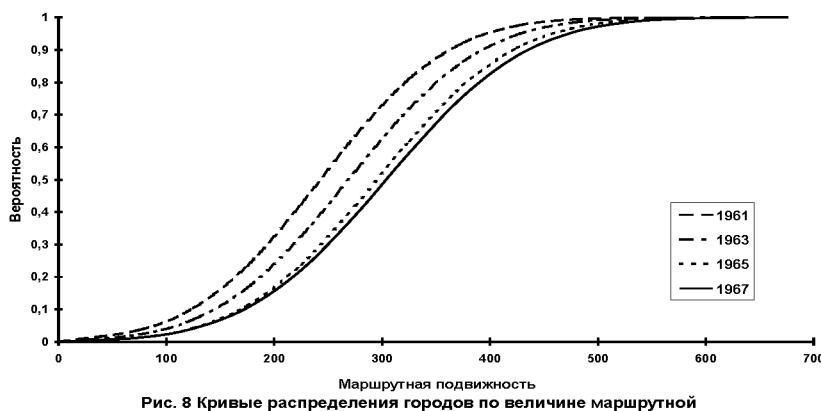


Рис. 8 Кривые распределения городов по величине маршрутной подвижности

Как видно из этих таблиц, при использовании менее жесткого критерия (52а) распределение маршрутной подвижности в совокупности стран может быть описано нормальным законом. Но даже использование жесткого критерия приводит к тому же выводу. Расчеты по группам городов подтвердили этот вывод.

Таблица 12
Показатели распределения маршрутной подвижности
всей совокупности городов страны с $N > 100$ тыс. чел

Показатель	Год				
	1961	1963	1965	1967	1969
Среднее значение	243,6	268,8	295,4	303,2	297,5
Доверительные max интервалы при $t=2,36$ min	260,3	285,5	312,5	320,5	314,1
Коэффициент асимметрии	226,9	252,0	278,3	286,0	280,9
Коэффициент эксцесса	0,494	0,450	0,178	0,307	0,310
Ошибка коэф. асимметрии	0,479	0,749	0,270	0,399	0,322
Ошибка коэф. эксцесса	0,185	0,181	0,176	0,172	0,169
A / Sa	0,360	0,353	0,344	0,336	0,331
E / Se	1,333	2,121	0,784	1,188	0,970
Количество членов ряда	170	177	187	197	203

2.1.6.2. Изменение величин P , S_p во времени и проверка их взаимосвязи

Как показано в 2.1.3, средняя маршрутная подвижность по городам с численностью населения более 100 тыс.чел. (и по группам городов) изменяется во времени по гиперболе.

Среднее квадратическое отклонение маршрутной подвижности S_p изменяется во времени как по гиперболе, так и по кривым другого вида, дающим близкие результаты - практически любая из рассмотренных аппроксимаций вида (5) - (11) может быть принята в качестве расчетной, т.к. все коэффициенты корреляции, надежности и адекватности больше табличных значений и весьма близки между собой.

В соответствии с принятой гипотезой примем описание $S = f(t)$ по гиперболе первого порядка (табл.13, рис.9.а).

Наличие зависимостей $\bar{P} = f(t)$ и $S_p = f(t)$ позволяет в соответствии с (32) получить модель распределения подвижности в совокупности городов страны на год t :

$$f(P) = \frac{1}{S(t) \sqrt{2\pi}} \exp \left[- \frac{(P - \bar{P}(t))^2}{2 (S(t))^2} \right]. \quad (53)$$

Таблица 13
Доверительные интервалы изменения среднего
квадратического отклонения маршрутной подвижности
во времени для городов страны с населением
более 100 тыс.чел

Довери- тельный интер- вал	Уравнение	Коэффициенты				
		корре- ляции	детер- мина- ции	надежности t_r	надежности t_z	адекват- ности
Верхний	$S = 1,4t + 7$	0,989	0,978	11,584	3,656	34,298
	$S = 139 * 10^{-4} t^2 + 40,1$	0,990	0,980	12,136	3,741	37,570
	$S = 210,7(1 - 34,46/t)$	0,986	0,972	10,435	3,530	27,974
	$S = \exp[0,0183t + 3,406]$	0,990	0,980	11,887	3,712	36,076
	$S = 1,179t - 16,7$	0,992	0,887	5,615	3,041	7,106
	$S = 108 * 10^{-4} t^2 + 52,2$	0,940	0,884	5,580	3,004	6,850
Нижний	$S = 188(1 - 31,06/t)$	0,946	0,895	5,823	3,100	7,581
	$S = \exp[0,0144t + 3,647]$	0,944	0,891	5,703	3,006	7,306

В совокупности городов II группы (500-1000 тыс.чел.) и III группы (250-500 тыс.чел.) связь $S - t$ не обнаружена, т.е. S во времени практически не меняется и может приниматься соответственно равной 68,6 и 80,7. Связи $P=f(t)$ по группам городов приведены в 2.1.3. В этом случае модель распределения городов II/III группы по подвижности имеет вид:

$$f(P) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(P - \bar{P}(t))^2}{2S^2}\right], \quad (54)$$

где S - const.

В IV группе городов среднее квадратическое отклонение подвижности изменяется во времени (табл.13). Величина средней маршрутной подвижности также изменяется во времени. Следовательно, по IV группе городов распределение подвижности может быть описано моделью вида (53).

Таблица 14

Довери- тельный интер- вал	Уравнение	Коэффициенты				
		корре- ляции	дeter- мина- ции	надежности t_r	t_z	адекват- ности
Верхний	$S = 3,563t - 140,3$	0,962	0,925	6,148	2,799	11,075
	$S = 279 * 10^{-4} t^2 - 26,7$	0,966	0,933	6,426	2,860	11,075
Нижний	$S = 314,3(1 - 46,1/t)$	0,956	0,914	5,639	2,682	8,699
	$S = 3,064t - 109,1$	0,953	0,908	6,277	3,224	8,679
	$S = 237,4 * 10^{-4} t^2 - 10,4$	0,953	0,908	6,294	3,228	8,723
	$S = 285,9(1 - 44,4/t)$	0,952	0,906	6,189	3,201	8,462

Таблица 15

**Зависимость среднего квадратического отклонения
маршрутной подвижности от ее величины**

Довери- тельный интер- вал	Уравнение	Коэффициенты			
		корре- ляции	детер- мина- ции	надежности t_r	адекват- ности t_z
Верхний	$S_p = 0,168P + 50,4$	0,966	0,933	6,506	2,876
	$S_p = 307 \cdot 10^{-6} P^2 + 73,2$	0,973	0,947	7,270	3,028
	$S_p = \exp[17 \cdot 10^{-4} P + 4,094]$	0,969	0,939	6,808	2,938
	$S_p = 0,167P + 50,7$	0,971	0,943	8,098	3,649
Нижний	$S_p = 305 \cdot 10^{-6} P^2 + 73,3$	0,976	0,952	9,024	3,831
	$S_p = \exp[17,2 \cdot 10^{-4} P + 4,094]$	0,973	0,947	8,490	3,728
					15,219

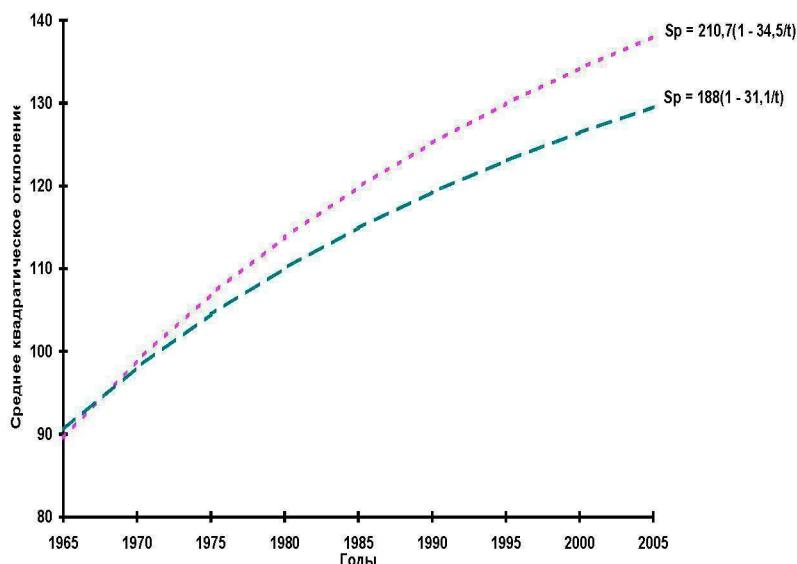


Рис. 9а Динамика среднего квадратического отклонения маршрутной подвижности
(верхние и нижние доверительные интервалы)

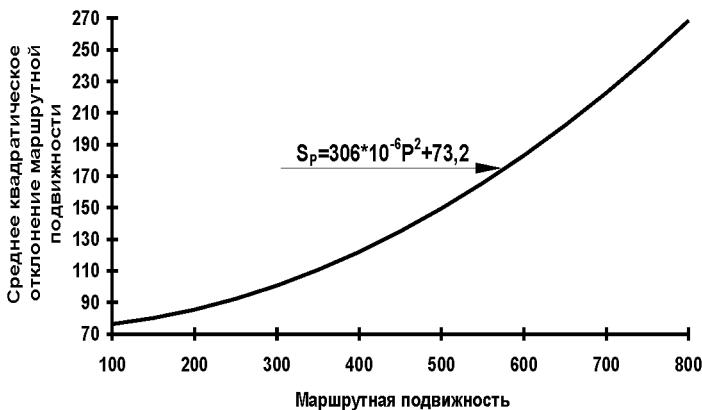


Рис. 9б Зависимость среднего квадратического отклонения от величины маршрутной подвижности

Нетрудно показать, что объединение зависимостей $P(t)$ и $S(t)$ приводит к зависимости (36). Зависимость $S = f(P)$ найдена аналитически и путем расчетов (табл.15, рис.9б). Значения коэффициентов корреляции связи $S = f(P)$ по всей совокупности городов колебались от 0,951 до 0,976, а коэффициенты детерминации - от 0,904 до 0,952. Тесная связь между S и P существует также и для IV группы городов.

Таким образом, для случая $S = f(P)$ описание распределения подвижности имеет вид:

$$f(P) = \frac{1}{S(\bar{P})\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(P - \bar{P}(t))^2}{2(S(\bar{P}))^2} \right]. \quad (55)$$

Итак, приведенные расчеты полностью подтвердили гипотезы, изложенные в 2.1.5., что позволяет рекомендовать для расчетов распределения подвижности в совокупности городов страны следующие модели:

по всей совокупности городов - (53), (55);

по группам II и III - (54);

по группе IV - (53) и (55).

Результаты моделирования связи $P = f(N)$ позволяют сделать следующие выводы:

связь численности населения и транспортной подвижности на городском пассажирском транспорте отмечается при рассмотрении всей совокупности городов, и особенно городов с населением 100-250 тыс. чел.; она надежна, однако уровень ее детерминации не превышает 30%;

выявленная в общей совокупности городов страны связь маршрутной подвижности и численности населения может быть использована для прогнозирования только в целом по стране или региону, так как при одной и той же численности населения фактический разброс значений весьма велик. Последнее обстоятельство требует более глубокого изучения подвижности с учетом географического положения города, его функций, особенностей развития.

2.1.7. Влияние народохозяйственного профиля города и климатических условий на маршрутную подвижность¹

В настоящем параграфе выполнен анализ влияния на маршрутную подвижность важнейших административно-хозяйственных функций города и его географического положения.

В табл. 16 приведена группировка городов не только по величине, но и с соблюдением их ранговой последовательности. Ранжирование позволяет увидеть, что в каждой группе городов в рассматриваемый период наибольшей маршрутной подвижностью характеризуется население столиц союзных республик, затем следовали столицы АССР, областные и краевые центры; на третьем месте - города, не наделенные большими административными функциями, но являющиеся известными в стране промышленными, транспортными, курортными центрами, например Магнитогорск, Новокузнецк, Новороссийск, Сочи.

¹ В настоящем параграфе использованы некоторые результаты совместного исследования автора и С.В.Носачевой, выполненного под руководством С.А.Ваксмана

Таблица 16
Изменение маршрутной подвижности населения
в зависимости от важнейших функций города

Численность населения, тыс. чел.	1961			1968		
	столичные города	областные краевые центры	города без больших административных функций	столичные города	областные, краевые центры	города без больших административных функций
100-250	248	236	208	274	309	242
250-500	292	274	213	406	323	284
500-1000	376	287	-	426	327	293
Более 1000, в т.ч. без Москвы и Ленинграда	383	403	-	447	376	-
В среднем по всем городам	330	284	-	393	327	-
	346	258	194	407	322	246

В целях проверки зависимости маршрутной подвижности от хозяйственной специализации города, не имеющие больших административных полномочий, сгруппированы по их важнейшим народохозяйственным функциям (табл.17). Следует отметить, что число таких городов достаточно велико и представительно для анализа и выводов: в 1961г. насчитывалось 59 городов, не имеющих значительных административных функций, в 1968г.- 75, в том числе абсолютное большинство их (53 города в 1961г. и 68 городов в 1968г.) входили в группу с населением 100-250 тыс. жителей, а к 1968г. два из них перешагнули полумиллионный рубеж (Кривой Рог и Новокузнецк). Данные табл.20 свидетельствуют о том, что в однородных по функциям городах уровень транспортной подвижности населения зависит от величины города. Среди равновеликих городов с разными функциями наибольшей подвижностью обладало население курортов (за счет приезжих).

Таблица 17
**Динамика маршрутной подвижности населения в городах,
не имеющих больших административных функций¹**

Города с населе- нием тыс. чел.	1961 год				1968 год			
	Все го- рода	в том числе			Все го- рода	в том числе		
		куро- ры	пром. центры	пор- ты		куро- ры	пром. центры	порты
100-250	208	332	194	221	242	412	234	259
250-500	213	-	213	-	284	-	284	-
500-1000	-	-	-	-	293	-	293	-
в среднем по городам	204	332	199	221	246	412	238	259

Очевидно, что важнейшие изменения величины подвижности следует искать в связи с общим уровнем развития и размещения производительных сил по экономическим районам страны. Это положение подтверждают материалы табл. 18 и 19, где рассматриваются средние значения маршрутной подвижности населения по крупнейшим регионам, различающимся, в первую очередь, уровнем развития производительных сил.

Европейский макрорегион (вместе с Уралом), сконцентрировавший на момент анализа 3/4 населения всех городов страны, дававший около 80% промышленной и сельскохозяйственной продукции, отличался более высокими значениями транспортной подвижности населения по сравнению с Сибирско-Дальневосточным и Казахско-Среднеазиатским, имевшими более низкие показатели хозяйственного освоения. Ускоренное развитие производительных сил восточных районов привело к высоким темпам роста в них подвижности населения и некоторому сближению средних значений подвижности по макрорегионам.

¹ В таблицу не вошли центры автономных областей и округов, поскольку ни один из них не имел в рассматриваемый период более 100 тыс. жителей.

В число крупных портов включены Новороссийск и Лиепая; в число курортов - Сочи и Севастополь.

Таблица 18
Изменения маршрутной подвижности населения городов
по макрорегионам

Макро-регион	1961		1968		1968 в % к 1961	
	кол-во городов	ср.транспортная подвижность населения	кол-во городов	ср.транспортная подвижность населения	кол-во городов	ср.транспортная подвижность населения
Европейский	123	251	150	304	120	121
Сибирско-Дальневосточный	26	186	30	257	111	138
Казахско-Среднеазиатский	21	209	26	261	123	124
В целом по городам	170	243,6	206	297,5	120	114

Воздействие климатического фактора на подвижность выражено менее заметно, чем влияние величины и основных народохозяйственных функций города. Так, на широте 60-70 градусов наблюдаются очень высокие средние значения подвижности в Сибирско-Дальневосточном макрорегионе и сравнительно низкая подвижность населения в городах Европейского макрорегиона. На широте 50-60 градусов ситуация меняется коренным образом. Здесь отмечаются самые высокие значения подвижности в Европейской части страны и самая низкая подвижность в восточных районах. Следовательно, для анализа этих материалов недостаточно учитывать действие отдельных экономических, исторических и других факторов. Только комплексный подход позволяет понять, почему наиболее высокие значения транспортной подвижности в Европейской части имеют города, расположенные на широте 50-60 градусов, а в восточных районах - города, лежащие между 40 и 50 параллелями (кроме Норильска и Якутска). Ведь именно на этой территории проживало и проживает преобладающая часть населения, сосредоточено большинство городов и производственных мощностей страны. Происходивший в 60-е годы сдвиг производительных сил в Сибирь и на Дальний Восток привел к заметному повышению подвижности населения прежде всего в южных районах этого региона.

Таблица 19

**Изменения маршрутной подвижности населения городов
в зависимости от географической широты**

Широта местнос- ти (в гра- дусах)	Маршрутная подвижность населения в макрорегионе							
	Европей- ском		Сибирско- Дальневос- точном		Казахско- Среднеази- атском		В це- лом по всем ре- гионам	
	1961	1968	1961	1968	1961	1968	1961	1968
60-70	236	287	411	360	-	-	353	339
50-60	260	330	184	253	173	281	241	301
40-50	252	303	209	238	210	258	245	288
На всех широтах	251	304	186	257	209	261	243,6	297,5

2.2. Прогнозирование объемов перевозок на ГПТ региона

2.2.1 Постановка задачи и методика исследования

На современном этапе возникла настоятельная необходимость прогнозировать не только общие социально-демографические показатели по стране, но и разрабатывать прогнозы удовлетворения потребностей населения отдельных регионов страны в услугах. Такой прогноз должен базироваться на величинах общей, транспортной и маршрутной подвижности. Исходя из этого, задачей настоящего параграфа является разработка методов прогнозирования маршрутной подвижности в совокупности городов региона по отдельным мезосистемам (областям) и группам городов.

Ранее проведенные исследования показали, что маршрутную подвижность на первом этапе по региону можно прогнозировать в зависимости от численности населения города. Однако, как показано выше, при одной и той же численности населения города маршрутная подвижность варьирует в значительных пределах. В связи с этим на уровне региона более правильным являлось бы определение маршрутной подвижности не только в зависимости от людности города, но и от плотности населения на застроенной территории. Для получения такой прогнозной модели необходимо:

- 1) найти зависимость застроенной территории города F_3 от численности населения города N ;
- 2) определить среднюю плотность населения W ;
- 3) выявить зависимость маршрутной подвижности P от плотности населения.

Таким образом, цепочка исследования имеет вид:

$$F_3 = f(N) \rightarrow W = f(F_3) \rightarrow P = f(W).$$

Контрольными проверками могут являться зависимости $P=f(N)$ и $W=f(N)$. В основу проверки указанных гипотез положены осредненные данные по городам СССР и УЭР за 1970, 1975 и 1980 гг. Расчеты выполнены по моделям (5) - (11), а также по квадратичным параболам, гиперболам и логарифмическим кривым.

Как показал предварительный анализ, наилучшие результаты дают линейная зависимость, парабола и степенная кривая. В связи с этим ниже анализируются результаты расчетов по данным кривым.

2.2.2. Зависимость застроенной территории города от численности населения

Анализ зависимости $F_3 = f(N)$ показал, что наилучшими описаниями являются обычная и логарифмическая параболы (хотя в частном случае, например в 1970 г., лучшей является степенная кривая). Корреляционные отношения близки к единице (табл.20). Вычисленные значения коэффициента надежности значительно превышают табличные ($F_{\text{выч.}} > F_{\text{табл.}}$). Таким образом, полученные эмпирические зависимости правильно описывают исследуемый процесс и являются статистически достоверными.

Таблица 20
Регрессионные уравнения связи застроенной территории города (км^2) от его людности (тыс. чел)

Связь	Уравнение	r (η)	$F_{\text{выч.}}$	$F_{\text{табл.}}$
F_{70} - N	$F_3 = e^{-2,2288} N^{0,7224}$	0,984	152,756	6,608
	$F_3 = 0,648 + 0,02286N - 0,306676 \cdot 10^{-5} N^2$	0,997	328,830	6,944
	$F_3 = 9,017 - 6,366 \ln N + 1,12366 \ln^2 N$	0,990	94,357	6,944
F_{75} - N	$F_3 = 32,11 + 0,02064 N$	0,996	705,730	6,608
	$F_3 = 1,392 + 0,02287N - 0,381917 \cdot 10^{-6} N^2$	0,997	300,139	6,944
F_{80} - N	$F_3 = 15,692 - 9,312 \ln N + 1,4183 \ln^2 N$	0,997	295,547	6,944
	$F_3 = 1,123 + 0,02073N - 0,230776 \cdot 10^{-5} N^2$	0,994	178,163	6,944

Как видно из рис.10, с ростом численности населения застроенная территория города увеличивается, причем нарастающим темпом. Характерной особенностью является то, что во времени застроенная территория для городов одной и той же численности населения растет, что объясняется увеличением обеспеченности населения полезной площадью в жилых домах, уменьшением средней этажности застройки, расширением удельных показателей озеленения на одного жителя и т.д..

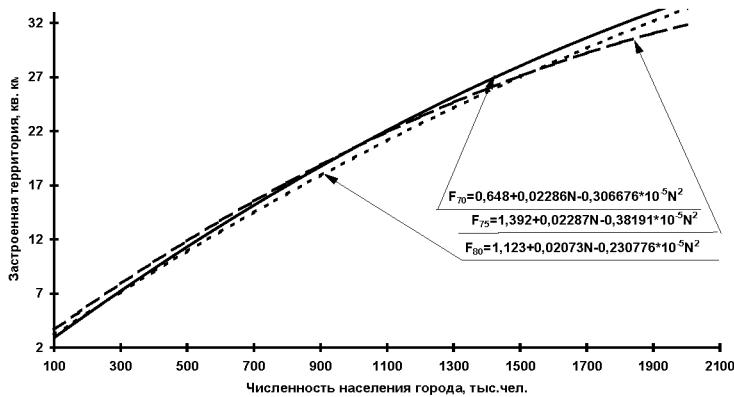


Рис.10 Зависимость застроенности территории от его людности
(1970, 1975, 1980 гг.)

В связи с этим, либо на основании полученных моделей для 1970, 1975, 1980гг. (табл.20) необходимо построить динамическую модель $F(N,t)=C(t)+B(t)N-A(t)N^2$ (t -номер года), либо использовать модель 1980г. с введением поправочного коэффициента на прогнозируемые периоды с учетом обеспеченности жилой площадью: $F_t = F_{80} K_{ж}$, где $K_{ж}$ - поправочный коэффициент с учетом обеспеченности жилой площадью. Как видно из табл.20, для практических целей можно использовать зависимость $F_3 = c + bN - aN^2$.

2.2.3. Зависимость плотности населения от численности населения города

Вопрос взаимосвязи плотности населения и людности городов давно волновал исследователей. Не останавливаясь на истории этого

вопроса, приведем данные Г.И.Фильварова и Т.В. Устенко [177] (табл.21).

Данные табл.21 на качественном уровне свидетельствуют о наличии зависимости плотности населения от людности города. Выразим эту зависимость количественно.

Известно, что плотность населения определяется по формуле $W=N/F_3$. Так как $F_3=f(N)$ (см. выше), то W в данном случае равно:

$$W = N/(C + bN - aN^2). \quad (56)$$

Таблица 21

Взаимосвязь плотности и численности населения городов [177]

Группа городов по людности, млн чел.	Плотность населения чел\га			
	200 - 100	100 - 50	50 - 30	менее 30
Свыше 5	Москва	Киев		
2 - 5	Ленинград	Одесса, Львов, Харьков	Донецк, Днепропет- ровск	
1 - 2			Запорожье, Николаев, Жданов	
Менее 1 (0,5 - 1)				Кривой рог, Ворошилов- град

Как видно из формулы (56), плотность населения зависит от его численности, поэтому для определения W возможны два подхода, а именно:

1) воспользоваться формулой (56), параметры которой были найдены выше;

2) искать зависимость $W=f(N)$ и далее сопоставить полученные по этой формуле и по (56) результаты.

В настоящей работе найдена зависимость плотности населения на застроенной территории от численности населения (табл. 22). По нашему мнению, наилучшим образом эта зависимость описывается линейной кривой: плотность населения растет с ростом численности населения города. Причем кривые за 1970, 1975, 1980 гг. дают близкие результаты, что позволяет осреднить кривую:

$$W=31,11+0,02057 N. \quad (57)$$

$$W=10N^{0,25} \quad . \quad (58)$$

Строго говоря, связь $W=f(N)$ теоретически можно описать зависимостью (58):

Таблица 22
Уравнения регрессии зависимости плотности населения от плотности городов (лучшие аппроксимации)

Связь	Уравнение	Коррел. $r(\eta)$	$F_{\text{табл.}}$	$F_{\text{выч.}}$
W70-N	$W=30,11+0,02225N$	0,992	6,608	325,532
	$W=31,34 + 0,01876N - 0,673021 \cdot 10^{-6} N^2$	0,993	6,944	139,024
W75-N	$W= 32,11+0,02064N$	0,996	6,608	705,730
	$W=31,39+0,02287N - 0,381917 \cdot 10^{-6} N^2$	0,997	6,944	300,139
W80-N	$W=31,11+0,01883N$	0,996	6,608	710,501
	$W=30,24+0,02148N - 0,423305 \cdot 10^{-6} N^2$	0,997	6,944	306,921

Проверка указанной гипотезы на материалах городов СССР за период 1970-1980гг. полностью подтверждает высказанное предположение:

$$\begin{aligned} 1970\text{г. } W &= 9,13N^{0,28}; \\ 1975\text{г. } W &= 9,41N^{0,28}; \\ 1980\text{г. } W &= 10,3N^{0,26}. \end{aligned}$$

С нашей точки зрения, в прогнозируемом периоде при одной и той же плотности города плотность населения будет уменьшаться. В связи с этим к полученной осредненной кривой при прогнозировании нужен понижающий коэффициент, учитывающий опережающие темпы роста застроенной территории по сравнению с темпами роста численности населения. Это подтверждается полученными нами кривыми для 1940 и 1960гг. по городам США [132] (табл.23):

$$W_1 = 4,403N^{0,3} \quad \text{и} \quad W_2 = 3,174N^{0,324} \quad (59)$$

(корреляционное отношение для данной зависимости 0,935 и 0,944; $F_{\text{выч}}=27,714 > F_{\text{табл}}=7,709$).

Таблица 23

**Средняя плотность населения по группам городов США
(1940 - 1960гг.) [132]**

Численность населения, тыс.чел	Плотность населения, чел/га	
	1940	1960
1000 и более	47,0	53,5
500 - 1000	42,0	22,7
250 - 500	21,0	17,3
100 - 250	19,4	16,5
50 - 100	19,6	15,1
25 - 50	12,2	10,8

Плотность населения в городах США той же численности, что и в СССР, оказалась значительно ниже (рис.11). Это в значительной мере объясняется высоким уровнем индивидуальной автомобилизации и сравнительно невысокой этажностью застройки.

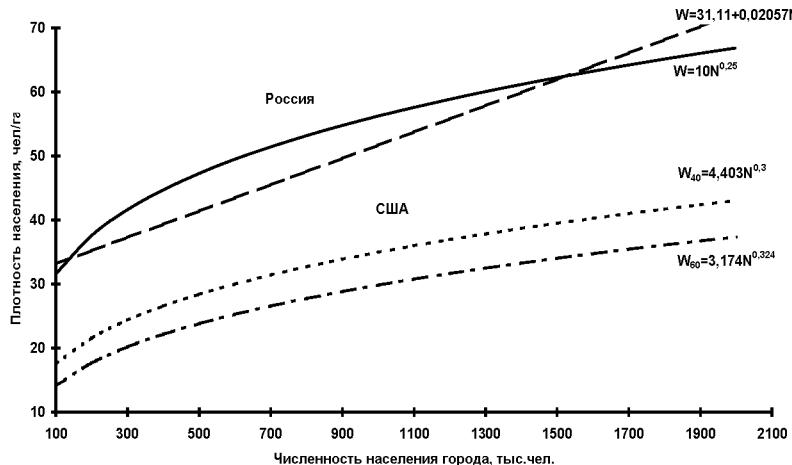


Рис. 11 Зависимость плотности населения в городе от его людности

Сопоставим плотность населения для городов в диапазоне 100-1500 тыс.чел., рассчитанную по указанным выше моделям (56), (57), (58).

Таблица 24

**Анализ точности расчета плотности населения (чел/га)
в зависимости от людности города**

Модель	Людность N, тыс.чел				
	100	250	500	1000	1500
$W_1 = \frac{N}{(1,123 + 0,02073N - 0,230776 \cdot 10^{-5} N^2)}$	31,52	40,58	45,82	51,16	55,02
$W_2 = 31,11 + 0,02057N$	33,17	36,25	41,40	51,68	61,96
$W_3 = 10N^{0,25}$	31,62	39,76	47,29	56,23	62,23
$\Delta 1 = \frac{W_1 - W_3}{W_3} * 100\%$	-0,3	2,1	-3,1	-9,0	-11,6
$\Delta 2 = \frac{W_2 - W_3}{W_3} * 100\%$	4,9	-8,8	-12,5	-8,1	-0,4

Расчеты показали, что модели дают отклонение от теоретической величины по абсолютному значению в пределах от 0,3 до 12,5% (в среднем 3,4%), причем фактические значения в основном несколько меньше расчетных. Таким образом, для расчетов могут применяться модели (57) и (58), хотя модель (57) имеет более простой вид.

2.2.4. Зависимость маршрутной подвижности от плотности населения

Поиск данной зависимости осуществлен по городам СССР за 1970 и 1975 г.г. Расчеты показали (табл.25), что эта зависимость существует и весьма стабильна (корреляционные отношения находятся в диапазоне 0,970-0,976).

Таблица 25

Зависимость маршрутной подвижности от плотности населения

Связь	Уравнение	r ()	F_{табл.}	F_{выч.}
P_{70} -W ₇₀	$P=255,141\ln W-646$	0,967	6,608	71,122
	$P=-46,15+9,7836W-0,035051W^2$	0,970	6,944	32,318
P_{75} -W ₇₅	$P=273,467\ln W-716$	0,976	6,608	101,714
	$P=-51,49+9,8429W-0,034409W^2$	0,972	6,944	34,666

С ростом плотности населения маршрутная подвижность возрастает (рис.12). Так для городов с плотностью населения 130-150 чел/га, характерной для сверхкрупных городов типа Москва, С.Петербург, маршрутная подвижность составляет окруженно 633 поездки на жителя в год. Следует отметить, что при превышении некоторой величины $W_{опт}$ маршрутная подвижность может уменьшаться, т.к. часть поездок переносится на личный транспорт. Анализ кривых $P = f(W)$, приведенных на рис.12, показывает, что при плотности населения выше 50 чел/га подвижность во времени увеличивается; при меньшей же плотности населения имеет место обратная картина.

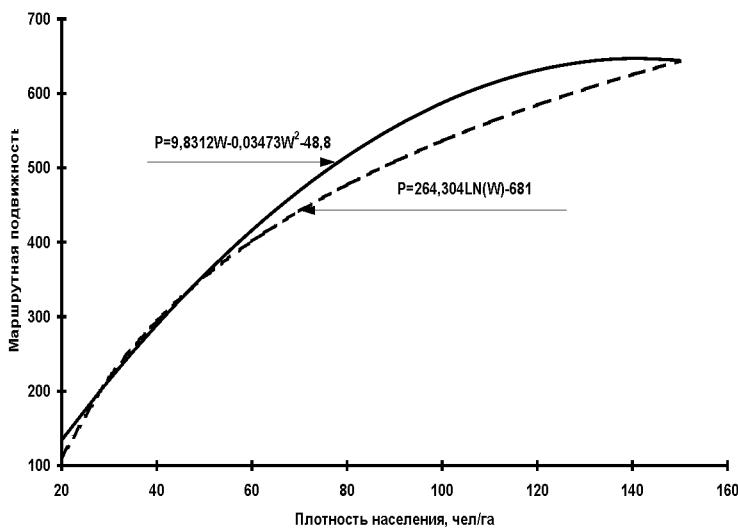


Рис.12 Зависимость маршрутной подвижности от плотности населения

Проведенное исследование позволяет предложить методику прогнозирования объема перевозок на городском пассажирском транспорте в стране, регионе или мезосистеме. Суть методики состоит в следующем: на расчетный срок задается численность населения по городам разной крупности. Исходя из людности среднего города каждой группы последовательно определяются застроенная территория города, плотность населения и маршрутная подвижность по вышеуказанным моделям.

Общий объем перевозок на городском пассажирском транспорте исчисляется как произведение маршрутной подвижности (P_i) на численность населения в городах данной группы:

$$Q_{nk} = \sum_{i=1}^n N_i P_i = \sum_{i=1}^n \bar{N}_i n_i P_i \quad (59) \quad \text{и} \quad Q = \sum_{k=1}^m Q_{nk} \quad (\text{k-номер группы}) \quad (60)$$

(n_i - количество городов в группе i ; m - количество групп городов).

Имея данные о людности и застроенной территории города, можно определить среднюю дальность поездки (см. гл. 4).

Таким образом, в результате расчетов получается вся необходимая для определения потребности в подвижном составе ГПТ по каждой группе городов.

Приведем в качестве примера выполненный нами прогноз объемов перевозок на ГПТ Уральского экономического района. В основу расчетов был положен прогноз урбанистической и компонентной структуры населения Уральского экономического района на 2000-2005 годы, выполненный доктором экономических наук Анимицей Е.Г. и кандидатом экономических наук Ваксманом С.А.. На основе данных о количестве городов разной людности по каждой группе городов были определены: потребность в территории под застройку, плотность населения, подвижность на ГПТ (в маршрутных поездках):

$$N \rightarrow P \rightarrow Q;$$

$$N \rightarrow W \rightarrow P \rightarrow Q;$$

$$N \rightarrow F \rightarrow W \rightarrow P \rightarrow Q.$$

Расчеты, сведенные в табл. 26, показали, что к 2000 г. минимально необходимый объем перевозок на городском пассажирском транспорте УЭР составит 4,5 млрд. пассажиров, а максимальный - 6,5 млрд. При этом на города-миллионеры (Екатеринбург, Челябинск, Пермь, Уфа) в минимальном варианте будет приходиться 2,1 млрд. пассажиров, а в максимальном - 3 млрд. пассажиров.

Таблица 26
Прогноз объемов перевозок на ГПТ в УЭР на 2000 г.
(вариант II N→W→P→Q)

Группа городов	Людность, тыс. чел	Общая численность, тыс.чел	Кол-во го-родов	Людность среднего города, тыс.чел	W чel/га	Р поездок /год	млрд. пасс/год
Крупнейшие	свыше 1000	5200	4	1300	57,85	402,8	2,0956
Крупные	500-1000	1310	2	655	44,58	319,8	0,4192
	250-500	1820	5	364	38,60	276,7	0,5041
Большие	100-250	2010	15	134	33,87	242,4	0,4884
Средние	50-100	1810	28	65	32,47	231,8	0,4199
Малые	<50	2680	101	26,8	31,66	225,7	0,6057
ИТОГО		14830	155	95,7	-	-	4,5299

2.3. Методы укрупненных расчетов объемов перевозок на ГПТ и транспортной подвижности

Задача укрупненных расчетов перевозок на ГПТ состоит в прогнозировании транспортной подвижности и объемов перевозок на ГПТ и корреспондировании расчетных транспортных районов (РТР) достаточно простыми, но надежными методами.

Начнем с наиболее стабильных - трудовых - передвижений. В 1953-55гг. А.А. Поляков [140, с.512-526] в результате специальной обработки материалов выборочного обследования расселения трудящихся Ленинграда, выполненного в 1932 г. по 8 укрупненным (административным) районам города и пригородной зоны (всего было обследовано 586 тыс. человек) [120], сделал ряд принципиальных выводов:

укрупненные районы города характеризуются дисбалансом количества живущих в районе трудящихся A_i и количества рабочих мест в нем (т.е. количества работающих в районе) - B_i ;

при избытке числа работоспособных A_i , живущих в районе, по сравнению с числом работающих B_i в этом районе (т.е. с емкостью района по труду), потребность в работниках удовлетворяется жителями района на 40-60% независимо от размера избытка, причем отмечается тенденция к повышению этой доли при увеличении территории рас-

сматриваемого района; таким образом, в этом случае из района на работу в другие районы выезжает не только избыточное количество ($A_i - B_i$), но и дополнительно (0,4-0,6) B_i человек;

при недостатке работоспособных (т.е. $A_i < B_i$) в районе местожительства работает 59-73% количества трудоспособных A_i , т. е. 27-41% (в среднем 34%) работающих выезжают на работу в другие районы независимо от величины ($B_i - A_i$) или (B_i/A_i) и от размера территории;

общее число трудящихся, фактически выезжающих на работу в другие районы, более чем в два раза превышает суммарную величину дисбаланса Δ или почти в 1,5 раза превышает количество трудящихся, которые живут и работают в одном районе, даже при весьма больших размерах исследуемых районов.

На основе этих выводов А.А. Поляков получил формулу для определения общего количества трудящихся, выезжающих на работу в другие районы города (общего по городу количества трудовых межрайонных передвижений):

$$B_m = \Delta + 0,42(P - \Delta),$$

или с учетом приближенности расчета

$$B_m = \Delta + 0,4(P - \Delta), \quad (61)$$

где Δ - суммарный дисбаланс численности самодеятельного населения и численности трудящихся в различных районах города ($\Delta = 1/2 \sum \Delta_i = 1/2 \sum |A_i - B_i|$);

P - общее число работающих в городе ($P = \sum A_i$);

Как отмечал А.А. Поляков, "поскольку величины P и Δ всегда известны как для современного, так и для расчетного периода, можно определить размеры регулярных (трудовых) межрайонных передвижений в сутки в один конец и соответственно количество межрайонных поездок трудящихся города" [140, с.518]. Тогда количество внутрирайонных трудовых передвижений составит:

$$B_v = P - B_m = P - \Delta - 0,4(P - \Delta) = 0,6(P - \Delta). \quad (62)$$

С учетом того обстоятельства, что только часть трудящихся одновременно (в течение суток) трудится на рабочих местах, необходимо полученные значения B_m и B_v умножить на поправочный коэффициент. А.А.Поляков с учетом отпусков предложил принимать величину поправочного коэффициента равной 0,8. С нашей точки зрения, следует также учитывать то обстоятельство, что часть работников сферы обслуживания работает по прерывистому графику, а часть работников - по сколь-

зящему графику. С учетом этого, а также наличия трудящихся с 5 и 6 дневной рабочей неделей, этот поправочный коэффициент был назван автором и Ф.Г.Гликом “коэффициентом повседневности $K_{\text{пов}}$ совершения трудовых передвижений” [89, с.121]. Каких либо обобщенных данных о величине коэффициента повседневности нет. Условно можно принимать эту величину равной удельному весу явки на работу. В промышленности этот показатель в нормальных условиях ориентировочно может приниматься равным 0,88-0,90, в строительстве - 0,90-0,92, на транспорте и связи - 0,82-0,84, в торговле, жилищно-коммунальном и бытовом обслуживании - 0,95, в органах культуры, просвещения и здравоохранения - 0,75, в органах управления - 0,88, в целом по городу этот показатель может приниматься равным 0,88-0,90.

С учетом сделанного выше замечания общее количество межрайонных и внутрирайонных трудовых передвижений в одном направлении:

$$Q^{\text{TP}}_{\text{пер}} = B_m K_{\text{пов},m} + B_b K_{\text{пов},b}, \quad (63)$$

а общее количество трудовых поездок на ГПТ:

$$Q^{\text{TP}}_m = B_m K_{\text{пов},m} K_{\text{пт}}^m K_{\text{пер}}^m + B_b K_{\text{пов},b} K_{\text{пт}}^b K_{\text{пер}}^b, \quad (64)$$

где $K_{\text{пт}}^m$ и $K_{\text{пт}}^b$ - коэффициенты пользования транспортом (ГПТ) при межрайонных и внутрирайонных трудовых передвижениях;

$K_{\text{пер}}^m$ и $K_{\text{пер}}^b$ - коэффициенты пересадочности.

Использование формул (61) - (64) требует, во-первых, проверки и уточнения эмпирических коэффициентов в этих формулах, т. к. по мнению А.А. Полякова, величина эмпирического коэффициента в формуле (61) колеблется от 0,25 до 0,50; во-вторых, выявления значений коэффициентов повседневности пользования транспортом и пересадочности раздельно при межрайонных и внутрирайонных трудовых передвижениях. Для практических расчетов А.А.Поляков коэффициент пользования транспортом при межрайонных трудовых передвижениях принимал для условий Ленинграда (1932г.) равным 0,9, при внутрирайонных - 0,6, а коэффициенты пересадочности соответственно $K_{\text{пер}}^m = 1,11$ и $K_{\text{пер}}^b = 1,06$. В первом приближении А.А. Поляков предложил коэффициент пользования транспортом и среднюю дальность для внутрирайонных передвижений определять как функцию территории укрупненного района.

Аппроксимация данных А.А.Полякова позволила получить модели расчета средней дальности внутрирайонных передвижений и коэффициента пользования транспортом - формулы (65а и б) и рис. 13, 14:

$$l_b = 0,54 \ln F + 0,5 ; \quad (65a)$$

$$K_{pt}^b = 0,22 \ln F - 0,04. \quad (65b)$$

Таким образом, возникает задача проверки формул (65а) и (65б) по материалам обследований. Отметим, что при $F = 100 \text{ км}^2$ $\bar{l}_b = 3 \text{ км}$, а $K_{pt} = 1$, т.е. формулы имеют смысл при $F < 100 \text{ км}^2$.

Следует отметить, что разработанный А.А. Поляковым метод укрупненного расчета трудовых передвижений позволяет сопоставлять результаты такого расчета с материалами обследований пассажиропотоков. Проверка метода по материалам ленинградского обследования пассажиропотоков показала хорошую сходимость.

По нашему мнению, если известен удельный вес прямых трудовых передвижений и поездок, то можно установить общий объем межрайонных и внутрирайонных передвижений и поездок, а также объем прямых культурно-бытовых передвижений:

$$Q^{ob}_{per} = B_m K_{pov.m} \gamma_{mp}^{-1} + B_v K_{pov.v} \gamma_{vp}^{-1}; \quad (66)$$

$$Q^{ob}_t = B_m K_{pov.m} K_{pt}^m K_{per}^m \gamma_{mp}^{-1} + B_v K_{pov.v} K_{pt}^v K_{per}^v \gamma_{vp}^{-1}, \quad (67)$$

где Q^{ob}_{per} и Q^{ob}_t - общее количество прямых передвижений и поездок (в одном направлении) в сутки;

γ_{mp} и γ_{vp} - удельный вес прямых трудовых перевозок в общем количестве прямых передвижений и поездок по всем целям:

$$Q^{kb}_{per} = Q^{ob}_{per} - Q^{tp}_{per}; \quad (68)$$

$$Q^{kb}_t = Q^{ob}_t - Q^{tp}_t, \quad (69)$$

где Q^{kb}_{per} и Q^{kb}_t - суточное количество прямых передвижений и поездок с культурно-бытовыми целями.

Зная коэффициент возвратности по трудовым и культурно-бытовым целям K_{boz} (см. гл.3 и 4), можно определить количество трудовых, культурно-бытовых и общих передвижений за сутки в двух направлениях и, следовательно, общую и транспортную подвижность:

$$Q_{\text{пер}} = Q^{\text{об}}_{\text{пер}} K^{\text{об}}_{\text{воз}} = Q^{\text{tp}}_{\text{пер}} K^{\text{tp}}_{\text{воз}} + Q^{\text{кб}}_{\text{пер}} K^{\text{кб}}_{\text{воз}} \quad (70)$$

$$Q_t = Q^{\text{tp}}_t K^{\text{tt}}_{\text{воз}} = Q^{\text{tp}} K^{\text{tp}}_{\text{воз}} + Q^{\text{кб}}_t K^{\text{кб}}_{\text{воз}}; \quad (71)$$

$$P_{\text{пер}} = Q_{\text{пер}} / N; \quad (72)$$

$$P_t = Q_t / N. \quad (73)$$

Таким образом, развитие метода А.А.Полякова - формулы (63) - (71) - позволяет рассчитывать как общий объем перевозок на ГПТ, так и подвижность по трудовым и культурно-бытовым целям. Для практического использования этого метода необходимо найти способ расчета внутрирайонных трудовых передвижений.

Задача установления удельного веса внутрирайонных трудовых передвижений решалась в 1968 г. А.Ю.Белинским [7, с.9], который использовал два коэффициента: замкнутости трудового баланса района i и комплексности района (соответственно α_i и β_i).

$$\alpha_i = P_i / \sum_{j=1}^m P_{ij} ; \quad (74)$$

$$\beta_i = \sum_{i=1}^n P_{ij} / \sum_{j=1}^m P_{ij} (\text{для } i=j), \quad (75)$$

где P_i - количество внутрирайонных трудовых передвижений в районе i ;

$\sum P_{ij}$ - количество отправлений из района i с трудовой целью;

$\sum P_{ij}$ - количество прибытий в район i с трудовой целью;

n и m - количество районов отправления и прибытия.

Расчеты А.Ю.Белинского по Таллину показали, что значения коэффициента замкнутости трудового баланса (т.е. удельного веса внутрирайонных передвижений) имеют тенденцию к увеличению с ростом обеспеченности районов местами приложения труда:

$$\alpha = 0,1 + 0,055 \beta \quad (76)$$

(α - β в долях единицы).

Следует отметить, что коэффициент корреляции полученной связи составил только 0,59 (уровень детерминации примерно 36%).

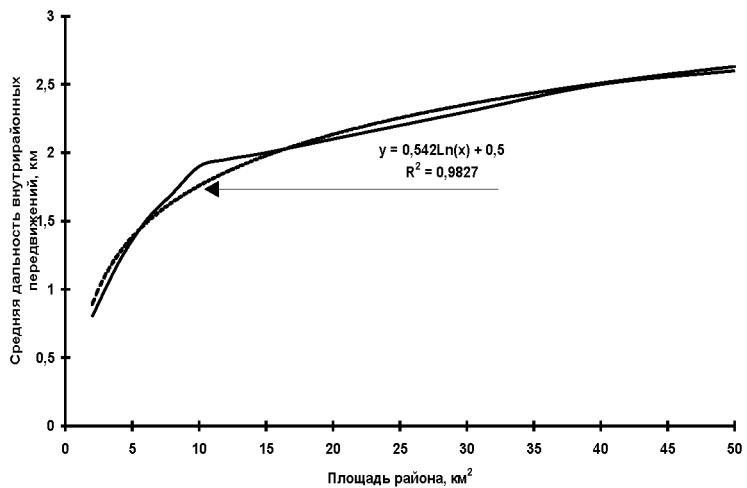


Рис.13 Влияние площади района на среднюю дальность передвижения внутри него

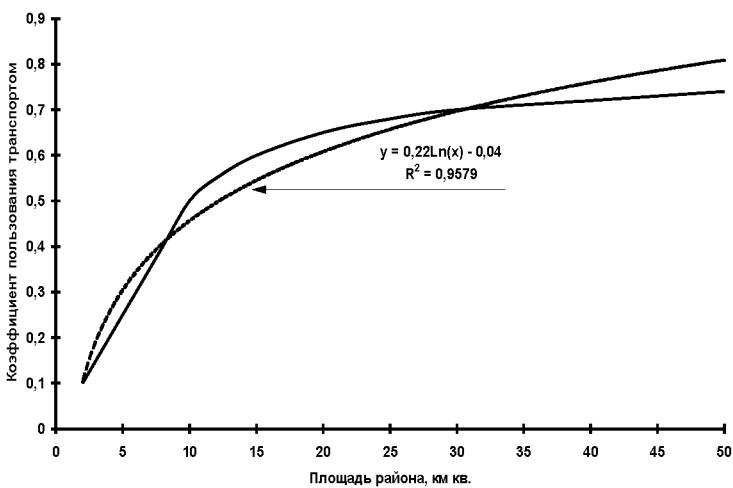


Рис.14 Влияние площади района на коэффициент пользования транспортом

Позднее в работе "Динамика расселения и подвижности жителей большого города" [6] А.Ю.Белинский дифференцировал зависимость $\alpha=f(\beta)$:
для общегородского центра

$$\alpha = 0,13\beta - 0,02 \quad (\beta \leq 2, r = 0,64); \quad (77)$$

для сложившихся районов

$$\alpha = 0,37\beta - 0,02 \quad (\beta \leq 2,5; r = 0,62); \quad (78)$$

для новых периферийных районов

$$\alpha = 0,29\beta - 0,04 \quad (\beta \leq 2,5; r = 0,61). \quad (79)$$

А.Ю.Белинский отмечал, что указанные связи справедливы только для жилых и комплексных районов; "при дальнейшем насыщении районов местами приложения труда и превращения их в промышленные увеличения замкнутости баланса не происходит" [6, с.14].

Л.В.Шиляева [186] по величине β классифицировала районы на пять групп: 1) резко дефицитные ($\beta \leq 0,5$); 2) умеренно дефицитные ($0,51 \leq \beta \leq 0,99$); 3) с полной обеспеченностью местами труда ($\beta = 1$); 4) умеренно избыточные ($1,01 \leq \beta \leq 1,50$); 5) резко избыточные ($\beta > 1,50$). Ею сделана попытка дифференцировать зависимости удельного веса внутригородских передвижений от обеспеченности районов местами приложения труда по центральной и средней зоне и по промышленно-селитебным районам периферийной зоны, %:

	транспортные районы центральной и сред- ней зоны ($\beta = 0,01-2,20$)	транспортные районы периферийной зоны $\beta = 0,50-1,10$
1965г.	$\alpha = 12,8 \beta + 9,2 \quad (r = 0,67)$	$\alpha = 63,5 \beta - 0,6 \quad (r=0,63)$
1971г.	$\alpha = 13 \beta + 14,3 \quad (r = 0,67)$	$\alpha = 76,9 \beta - 1,3 \quad (r=0,75)$

Отметим, что в исследованиях А.Ю.Белинского при изменении β от 0 до 2,5 величина α растет, достигая при $\beta = 1$ значения 0,155, а при $\beta = 2$ значения 0,21 (при величине $\beta = 1$ для общегородского центра, сложившихся и новых районов α соответственно равно 0,11-0,35-0,25), что противоречит данным А.А.Полякова. Аналогичный анализ моделей, предложенных Л.В.Шиляевой, свидетельствует, что для РТР центральной и срединной зон города величина α растет с увеличением β , достигая при $\beta = 1$ и 2 значений $\alpha = 0,273$ и $0,403$ (по данным 1971г.)

Н.С.Пальчиков [136], исследуя по материалам переписи 1970г. населения Ленинграда (матрица 30*30) взаимосвязи величин α , β и γ

(удельный вес внутрирайонных трудовых передвижений в общем количестве прибытий с трудовой целью) пришел к выводу о том, что при изменении β от 0 до 1 величина α растет по кубической параболе (формула 80); в случае дальнейшего роста величины β удельный вес внутрирайонных передвижений стабилизируется (или даже несколько снижается) на уровне 0,47-0,49:

$$\alpha = 0,17\beta^3 - 0,83\beta^2 + 1,3\beta - 0,17. \quad (80)$$

К сожалению, параметры, характеризующие надежность этой связи, не приведены. Тем не менее нельзя не отметить важное обстоятельство: приближение величины β к 1 подвигает значение α к 0,5, т.е. результат по Ленинграду аналогичен полученному А.А.Поляковым еще в 1953 г. при колебании численности населения укрупненных районов от 100 до 460 тыс. человек. С другой стороны, модель Н.С.Пальчикова имеет экстремум, при $\beta=1,2$ и дальнейшем росте величины β значение α стабилизируется на 0,47-0,49, что расходится с данными А.Ю.Белинского и Л.В.Шиляевой.

Ниже приводятся результаты исследований автора по ряду городов. Для упрощения используем обозначения, предложенные А.А.Поляковым: количество самодеятельного населения в районе (количество отправлений с трудовой целью) - A_i ; количество мест труда в районе i (количество прибытий с трудовой целью) - B_i ; количество работающих в районе своего места жительства (количество внутрирайонных трудовых передвижений) - C_i :

$$\text{Тогда } \alpha_i = \frac{C_i}{A_i}; \quad \beta_i = \frac{B_i}{A_i} \text{ и } \gamma_i = \frac{C_i}{B_i}.$$

Теоретически можно выделить три случая:

- 1) рассматриваются промышленно-селитебные районы города, т.е. соотношение $B_i/A_i = \beta_i > 1$;
- 2) при $B_i = A_i$ величина $\beta_i = 1$;
- 3) рассматриваются селитебные районы (в пределе - районно-спальные), т.е. β_i стремится к нулю. Очевидно, что все три величины связаны между собой:

$$\alpha_i = \gamma_i \beta_i. \quad (81)$$

Для селитебных районов при $\beta_i \rightarrow 0$ удельный вес трудовых внутрирайонных передвижений также стремится к нулю. В тех районах, где число рабочих мест примерно равно числу самодеятельного населения, $\alpha_i = \gamma_i$. Можно утверждать, что такой случай имеет место, когда рассматривается город в целом.

По расчетам А.А.Полякова по Ленинграду $\alpha = 40,7\%$ (1932г.), по расчетам Н.С.Пальчикова - 47-49% (1979г.), по данным автора по Перми - 68,6% (1976г.), Риге - 49% (1974г.), Еревану - 37,4% (1965г.), Могилеву - 45,9%, Полоцку-Новополоцку - 32,4%, Караганде - 43,1% (1975г.), т.е. колеблется от 35 до 70%.

Так как часть самодеятельного населения трудится в районах места жительства, то количество выезжающих из района:

$$B_{i\text{выезд}} = A_i - C_i = A_i - \alpha_i A_i = A_i(1 - \alpha_i). \quad (82)$$

Количество прибытий определяется по формуле

$$B_{i\text{приезд}} = B_i - A_i + (1 - \alpha_i)A_i = B_i - \alpha_i A_i = B_i - \gamma_i B_i = B_i(1 - \gamma_i). \quad (83)$$

Суммарный объем прибытий и отправлений

$$B^{\text{общ}}_i = A_i(1 - \alpha_i) + B_i - \alpha_i A_i = B_i + A_i(1 - 2\alpha_i) \quad (84)$$

или

$$B^{\text{общ}}_i = A_i - A_i\gamma_i + B_i - B_i\beta_i = A_i - \beta_i B_i + B_i - \beta_i B_i = A_i + B_i(1 - 2\gamma_i) \quad (85)$$

Рассмотрим фактические данные по вышеуказанным городам и проверим, зависит ли удельный вес внутрирайонных передвижений α от соотношения величин B_i и A_i , от дисбаланса ($B_i - A_i$), размера рассматриваемой территории, плотности населения. В качестве примера используем данные по Караганде. Исходная матрица фактических трудовых корреспонденций 35x35; два РТР¹ являются чисто промышленными и данные по ним в расчетах не используются; из 33 РТР двадцать являются трудоизбыточными, т. е. $\beta_i > 1$. По исходной матрице для каждого РТР были вычислены: доля внутрирайонных трудовых передвижений, численность населения, количество трудящихся, проживающих в РТР, его трудовая емкость, территория РТР, величина трудового дисбаланса.

¹ Проблема определения границ РТР представляет самостоятельный интерес и рассмотрена в работе [81].

В целях выявления генерализованных тенденций исходная матрица последовательно укрупнялась с учетом планировочной структуры города (21x21; 9x9; 2x2) и вновь вычислялись указанные выше параметры.

Анализ показал, что между удельным весом территории РТР в общей застроенной территории города - $\Delta \bar{F}_i$ (%) и удельным весом внутрирайонных трудовых передвижений α_i существует жесткая связь:

$$\alpha_i = 0,121\Delta F_i^{0,487} \quad (86)$$

$$(r = 0,997, t_r = 19,254, t_z = 3,306, F = 124,234).$$

В общем случае, зная удельный вес данного РТР в застроенной территории города, можно предварительно определить удельный вес внутрирайонных трудовых передвижений.

Отметим, что попытка связать удельный вес внутрирайонных трудовых передвижений с абсолютными значениями численности населения и территории РТР по всей совокупности РТР показала либо отсутствие таких связей, либо их малую детерминированность; однако, как и предсказывал А.А.Поляков, для трудодефицитных РТР ($\beta < 1$) связь подтверждена. Так, по Караганде указанные модели имели вид:

$$\alpha_i = 59 * 10^{-4} F_i^{1,355} \quad (87)$$

$$(r = 0,840 \text{ и } d = 70,6\%);$$

$$\text{или } \alpha_i = 0,062 F_i - 13 * 10^{-4} F^2 - 0,206 \quad (88)$$

$$(r = 0,938 \text{ и } d = 88\%);$$

$$\alpha_i = 0,181 \ln N_i - 0,467 \quad (89)$$

$$(r = 0,977 \text{ и } d = 95,4\%);$$

$$\text{или } \alpha_i = 61 * 10^{-4} \ln N_i - 5 * 10^{-4} N^2 - 0,036. \quad (90)$$

В выше приведенных моделях застроенная территория РТР указывается в км^2 , а численность населения - в тысячах жителей.

Моделирование зависимости удельного веса внутрирайонных передвижений от плотности населения РТР показало, что такая зависимость существует только для трудоизбыточных РТР ($\beta > 1$). Например, при $W_i < 4000 \text{ чел/км}^2$:

$$\alpha_i = 0,207 W_i + 0,179 \quad (91)$$

$$(r = 0,909 \text{ и } d = 82,6\%);$$

$$\alpha_i = 0,11682 W_i^2 - 0,266 W_i + 0,57 \quad (92)$$

$$(r = 0,969 \text{ и } d = 93,8\%).$$

Выше было рассмотрено влияние градостроительных факторов на величину удельного веса внутрирайонных трудовых передвижений, что позволяет произвести укрупненные (а, следовательно, и осредненные)

расчеты. Точность определения α_i можно повысить, если учесть обеспеченность каждого района местами приложения труда.

Расчеты по всей совокупности РТР показали, что между коэффициентом трудового баланса α , т.е. удельным весом внутрирайонных трудовых передвижений, и коэффициентом комплексности района β , характеризующим обеспеченность района местами приложения труда, имеется достаточно устойчивая связь (рис.15):

$$\begin{aligned}\alpha_i &= 0,391\beta_i^{0,803}; \\ \alpha_i &= 0,0162 + 0,8428\beta - 0,3145\beta^2\end{aligned}\quad (93)$$

(коэффициенты корреляции $r = 0,886$ и $0,782$, коэффициент детерминации $d=78,5$ и $61,1\%$).

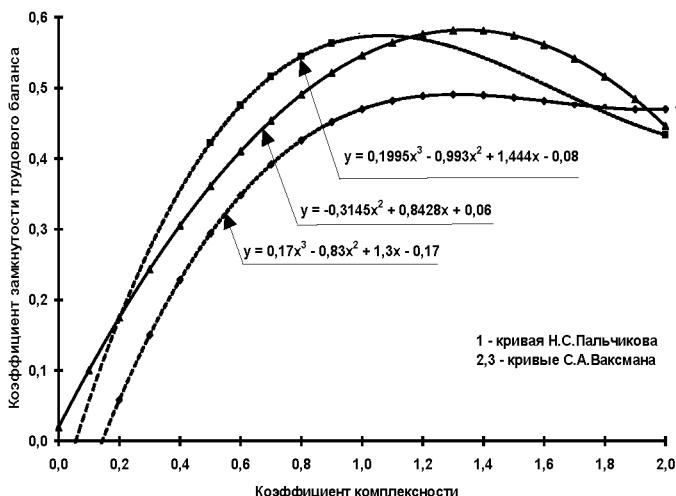


Рис.15 Зависимости коэффициента замкнутости трудового баланса от коэффициента комплексности РТР

Модель (93) была проверена путем дезагрегирования всей совокупности РТР на три группы: 1) резко трудодефицитные районы с $\beta<0,5$; 2) трудодефицитные районы с $\beta<1$; 3) трудоизбыточные районы с $\beta>1$.

Зависимости $\alpha_i = f(\beta_i)$ принимали следующий вид:

первая группа (практически функциональная связь):

$$\alpha_i = 1,057\beta_i^{1,325} \quad (94)$$

или

$$\alpha_i = 0,8471\beta^2 + 0,4567\beta - 0,005 ; \quad (94a)$$

вторая группа (включающая в себя РТР первой группы):

$$\alpha_i = 0,68\beta_i^{1,126} \quad (95)$$

или

$$\alpha_i = 1,1556\beta - 0,6594\beta^2 - 0,0384 \quad (95a)$$

(r = 0,976 и 0,996, d = 95,4 и 99,4%);

третья группа

$$\alpha_i = 0,7563\beta^{-0,879} \quad (96)$$

или

$$\alpha_i = 0,9262\beta_i^{-2} - 3,39\beta_i + 3,446. \quad (96a)$$

(r = 0,679 и 0,873, d = 46,1 и 76,3 %)

Таким образом, по мере уменьшения трудодефицитности величина α_i возрастает, а для трудоизбыточных РТР уровень детерминации рассматриваемой связи уменьшается, что вполне естественно.

Расчеты показали, что для трудодефицитных и трудоизбыточных РТР зависимость коэффициента замкнутости баланса от величины, обратной количеству рабочих мест в районе в расчете на одного жителя (т. е. количества жителей РТР на одно рабочее место - N/B), описывается следующими моделями:

$$\text{при } \beta < 1 \quad \alpha = 0,417 - 0,0113 N/B \quad (97)$$

(r = 0,952 и d = 90,6%);

$$\text{при } \beta > 1 \quad \alpha_i = 0,246 + 0,1739 N/B \quad (98)$$

(r = 0,903 и d = 81,6%).

Отметим, что В.П.Сеткин [157] выявил линейную зависимость удельного веса трудящихся РТР, работающих в его пределах, от количества рабочих в районе на 1000 жителей. Подставляя получаемые по формулам $\alpha_i = f(\beta_i)$ значения α_i в модели (82) и (83), определяем количество выезжающих и прибывающих в любой расчетный район.

При этом, однако, возникает вопрос: если по каждому РТР известна расчетная селитебная емкость и трудовая емкость (например, из генплана города), то нельзя ли определить трудовую подвижность населения? Без учета коэффициента повседневности трудовых передвижений такая подвижность определяется как A_i / N_i . Расчеты показали, что для всей совокупности РТР уровень детерминации этой связи весьма низок - 36,2%:

$P_t = A_i/N_i = 0,32 (B/N)^2 - 0,313(B/N) + 0,502$
 $(P_t$ - количество трудовых передвижений на жителя; B/N - количество рабочих мест на жителя).

Для трудодефицитных и трудоизбыточных районов степень детерминированности такой связи резко возрастает:

$$\text{при } \beta < 1 \quad P_t = 1,239 (B/N)^2 - 0,7804(B/N) + 0,5699 \\ (r = 0,993 \text{ и } d = 98,6\%);$$

$$\text{при } \beta > 1 \quad P_t = 0,3138(B/N) - 0,2127 \\ (r = 0,943 \text{ и } d = 88,9\%).$$

С учетом отмеченного выше выходящий из РТР и входящий в него трудовой поток может быть определен следующим образом (см. формулы 82 и 83):

$$Q^{\text{отпр}} = (1 - \alpha) A * K_{\text{пov}}; \quad (99)$$

$$Q^{\text{приб.}} = \gamma B * K_{\text{пov}}, \quad (100)$$

где $\gamma = \alpha / \beta$.

Если в модель (99) ввести удельный вес самодеятельного населения ($K_{\text{ch}} = A/N$), то она приобретает вид:

$$Q^{\text{отпр}} = (1 - \alpha) N * K_{\text{ch}} K_{\text{пov}}. \quad (101)$$

Для перехода от суточного трудового потока к часовому пиковому необходимо дополнительно учесть долю трудящихся, занятых в первой смене, и долю часа пик при передвижениях с трудовыми целями от утреннего пикового периода:

$$Q^{\text{отпр}} = (1 - \alpha) K_{\text{пov}} K_{\text{ch}} * N * K^{\text{отпр}}_{\text{пик}}; \quad (102)$$

$$Q^{\text{приб.}} = \alpha / \beta B * K_{\text{пov}} * K^{\text{приб.}}_{\text{пик}}. \quad (103)$$

2.4. Анализ точности прогнозирования развития транспортных систем городов

В работах [38, 39, 45, 66, 79] автором рассмотрены отдельные аспекты оценки точности прогнозирования развития подсистем транспортной системы города. В данной работе на примере шести городов Казахстана реализован комплексный подход, когда анализируется 16 показателей состояния транспортной системы города. Выбор данных городов для анализа диктуется двумя обстоятельствами: 1) все КТС для городов Казахстана выполнены (за исключением Алма-Аты) одной проектной организацией; 2) имеются данные контрольных обследований, причем методы их проведения совпадают. В основу анализа положены

жен метод, предложенный J.H.Mackinder и S.E.Evans [198]. Сущность метода сводится к следующему.

1. Исследование точности прогнозирования проводится по показателям, характеризующим город и предопределяющим во многом потребность в передвижениях (численность населения, количество "домашних хозяйств", численность работающих, уровень занятости, уровень автомобилизации на душу населения, семейный доход), а также по показателям, характеризующим транспортную систему: количество поездок (всего и раздельно в общественном и индивидуальном транспорте), в том числе внутригородские и внегородские поездки, уровень беспересадочности поездок (или количество беспересадочных поездок).

2. Сопоставление прогнозных и фактических показателей осуществляется по данным контрольных обследований. Так как их сроки не всегда совпадают с расчетными, для сопоставимости используется метод интерполяции или экстраполяции в предположении инерционности процесса развития транспортной системы городов за 10-летний период. Точность прогнозирования определяется по формуле:

$$\Delta = 100 \frac{Y - X}{100 - X}, \quad \% \quad (104)$$

где Y и X - соответственно прогнозируемое и наблюдаемое процентное изменение за 10-летний отрезок времени.

3. По каждому анализируемому параметру i вычисление Y_i и X_i осуществлялось по формулам:

$$Y_i = \frac{N_{ni} - N_{oi}}{N_{oi}} \times \frac{10}{T_n - T_o} \times 100; \quad (105)$$

$$X_i = \frac{N_{\phi i} - N_{oi}}{N_{oi}} \times \frac{10}{T_{\phi} - T_o} \times 100, \quad (106)$$

где N_{ni} , $N_{\phi i}$, N_{oi} - соответственно значение показателя i по прогнозному, контролльному обследованию и на исходный год;

T_n , T_{ϕ} , T_o - соответственно год прогноза, контрольного обследования и исходного года.

При равенстве Y и X в (104) ошибка прогнозирования равна нулю; при $Y > X$ величина Δ свидетельствует об отставании показателя i от

темпов, предусмотренных прогнозом, а при $Y < X$ темпы роста показателя i опережали темпы, предусмотренные прогнозом.

4. При наличии данных по ряду городов j может быть вычислено среднее квадратическое отклонение:

$$S \Delta_i = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2 ij}{n}}. \quad (107)$$

Ниже проводятся результаты анализа точности прогнозирования развития транспортных систем в рамках КТС, разработанных по шести городам Казахстана в 1965 - 1972 гг. по 16 показателям: численность населения; территория города, в т.ч. застроенная, протяженность линий ГПТ, в т.ч. трамвай, троллейбус, автобус; плотность линий ГПТ; годовой объем перевозок, в т.ч. по видам ГПТ; годовой пассажирооборот всего и по видам ГПТ; средняя дальность поездки на ГПТ и по видам транспорта; инвентарное количество подвижного состава ГПТ, в т.ч. по видам ГПТ; суточный пассажиропоток в сечении всего и по видам ГПТ; протяженность и плотность магистральной уличной сети; суточная интенсивность движения в сечениях всего, в т.ч. грузового, легкового и автобусного потоков; автопарк и уровень автомобилизации населения (всего и по видам транспорта); годовая общая и транспортная (маршрутная) подвижность населения.

Рассмотрим точность прогнозирования исходных параметров, т.е. не зависящих от транспортной системы. Как видно из табл. 27, численность населения 2/3 рассматриваемых городов прогнозировалась весьма точно: отклонения от фактических значений по абсолютному значению колебались от 0,8 до 5,4%. По городам Усть-Каменогорск и Петропавловск фактическая численность населения оказалась ниже прогнозного значения соответственно на 22,3 и 12,1%. Такие результаты прогнозирования можно признать удовлетворительными. Хуже обстоит дело с прогнозом освоения территории: в 2/3 городов ошибки в прогнозе застроенной территории составили более 13%. Удивительным является то, что при завышении прогнозной численности населения Петропавловска по сравнению с фактическим на 12,1% застроенная территория оказалась больше прогнозируемой на 14,7%.

Таблица 27

Погрешность в прогнозировании развития транспортных систем городов Казахстана, % за 10 лет

Показатель	Усть-Каменогорск	Петропавловск	Павлодар	Карраганда	Чимкент	Джамбул	$ \bar{\Delta} $
1	2	3	4	5	6	7	8
Население	22,3	12,1	-1,2	-0,8	5,4	-4,0	7,6
Территория, в т. ч. Астроенная	-22,8 14,9	-9,3 -14,7	-12,9 -12,9	0,0 5,0	-7,7 16,7	0,0 -5,0	8,8 11,5
Протяженность линий ГПТ:	-1,3	-26,4	-14,0	3,2	-21,8	-9,4	12,7
трамвай	162,9	-	5,5	124,9	-	-	97,8
автобус	-1,3	-27,0	-16,8	3,0	-22,9	-5,3	12,7
Плотность линий ГПТ	-17,6	-39,7	-32,4	6,0	-43,3	0,6	23,3
Годовой объем перевозок пассажиров:	35,8	72,9	29,1	-20,0	3,8	11,5	28,8
трамвай	238,3	-	83,9	56,2	-	-	126,1
автобус	-6,7	28,5	16,4	-40,3	-22,0	1,5	19,2
Годовой пассажирооборот:	85,9	77,0	4,6	0,1	28,7	-2,6	33,2
трамвай	746,1	-	234,0	204,5	-	-	394,9
автобус	15,5	22,0	18,0	-33,9	4,8	-16,0	18,4
Средняя дальность поездки пассажира:	32,3	6,1	12,8	27,1	18,2	-17,4	19,0
трамвай	129,0	-	84,7	97,0	-	-	103,6
автобус	20,9	-4,9	0,0	15,7	19,5	-20,3	13,6
Инвентарное количество подвижного состава:	9,0	20,8	-28,0	-39,5	-1,5	23,7	20,4
трамвай	132,1	-	0,0	-30,8	-	-	44,0
автобус	-8,2	22,4	-32,2	-46,8	-4,8	20,9	22,6
Суточный пассажиропоток в сечении:	89,9	-23,5	55,0	-	-	3,0	42,8
трамвай	354,2	-	139,1	-	-	-	-
автобус	8,3	-25,9	33,0	-	-	-12,3	19,9
Протяженность магистральной улично-дорожной сети	-18,0	12,4	2,3	17,0	-26,4	1,7	13,0

Продолжение

Плотность магистральной улично-дорожной сети	-33,0	73,4	-17,2	96,9	13,6	0,0	39,0
Суточная интенсивность движения:	1,9	-52,1	-30,1	-	-	21,6	26,4
грузовые	26,1	-19,9	0,8	-	-	88,0	33,7
легковые	24,0	-73,7	-51,2	-	-	-54,0	50,7
автобусы	-72,9	-33,8	-21,6	-	-	82,8	52,8
Автомобильный парк:	15,7	-14,6	17,4	-	22,4	12,5	16,5
грузовые	5,9	-9,4	0,0	-	-21,0	-28,7	16,2
легковые	46,1	-81,0	45,8	-	124,9	6,7	80,9
автобусы	56,9	-27,0	-25,0	-	-	-68,6	44,4
Уровень автомобилизации	12,1	-27,1	19,9	64,4	12,7	-4,2	23,4
Удельная годовая подвижность	3,6	9,0	2,0	-	-	0,1	3,7
Подвижность на ГПТ	9,3	1,8	23,5	-19,4	-12,5	9,4	12,6

Суммарная фактическая протяженность линий ГПТ практически во всех рассматриваемых городах оказалась выше прогнозируемых значений. Следовало ожидать, что в тех городах, где застроенная территория оказалась больше, чем предполагалось в КТС, протяженность линий ГПТ тоже будет больше прогнозного значения. Однако это вполне логичное предположение подтвердилось только в половине рассмотренных случаев. В Усть-Каменогорске и Чимкенте застроенная территория оказалась на 15-17% меньше прогнозируемой, а протяженность линий ГПТ - выше (по Чимкенту даже на 22%). Следовательно, важно учитывать точность прогнозирования исходных данных не только (а может быть, и не столько) по городу в целом, но и по отдельным его районам, зонам.

Автопарк города прогнозировался с погрешностью в 15-20%, причем в большинстве случаев прогнозная величина была больше фактической. Наибольшая погрешность (от 50 до 180%) характерна для прогнозирования легкового автопарка, причем в основном отмечается завышение прогнозных величин. По абсолютному значению погрешность в прогнозировании легкового автопарка в среднем по шести городам составила 81% (за 10-летний период). При этом уровень автомобилизации прогнозировался в среднем с погрешностью в 23,4%.

Протяженность магистральной улично-дорожной сети прогнозировалась довольно точно. Среднее отклонение от фактического значения за 10-летний период составило 13%, однако погрешность прогнозирования плотности сети магистральных улиц была в три раза выше.

Динамика численности населения, застроенной территории, протяженности линий ГПТ и других факторов интегрируется в маршрутной подвижности населения. Как видно из таблицы 27, маршрутная подвижность прогнозировалась весьма точно: в трех городах прогнозное значение превышало фактическую маршрутную подвижность на 1,8 - 5,4%; еще в двух городах фактическая подвижность была больше прогнозируемой величины на 12,5 - 19,4%; и только в одном случае из шести зафиксирована погрешность в 23,5%.

Выполненная работа позволила:

проверить работоспособность методики оценки точности прогнозирования;

получить по 6 городам и 16 параметрам оценку точности прогнозирования;

оценить по 16 параметрам среднюю погрешность прогнозирования и среднее квадратическое отклонение по группе городов.

Проведенные расчеты и анализы прогнозирования развития транспортных систем городов позволяют сделать следующие выводы:

1. Основные исходные параметры расчета транспортной системы города - численность населения, развитие застроенной территории, протяженность линий городского пассажирского транспорта - прогнозировались с существенными ошибками в сторону уменьшения, т. е. недоучитывались темпы роста этих показателей.

Погрешность в прогнозировании колеблется в диапазоне:

численность населения - от 4% до 22,3%;

развитие застроенной территории - от 14,9% до 16,7%;

протяженность линий ГПТ - от 3,2% до 26,4%.

2. Годовой объем перевозок - основной показатель развития ГПТ города - в большинстве городов был прогнозирован с существенной погрешностью в сторону увеличения: погрешность колеблется в диапазоне 20% - 72,9%. Лишь при прогнозировании годового объема перевозок на автобусах в трех городах из шести (Усть-Каменогорске, Караганде, Чимкенте) были зафиксированы более высокие темпы роста, чем прогнозируемые (от -40,3% по Караганде до -6,7% по Усть-Каменогорску).

3. Погрешность в прогнозировании средней дальности поездки пассажира колеблется от -17,4% по Джамбулу до 32,3% по Усть-Каменогорску.

4. Инвентарное количество подвижного состава в большинстве рассматриваемых городов прогнозировалось с существенными ошибками в основном в сторону уменьшения. Погрешность колеблется от -39,5 до 23,7%.

5. При анализе точности прогнозирования суточного пассажиропотока надо отметить существенные расхождения в сечениях в целом. Погрешность колеблется от -23,5% по Петропавловску до 89,9% по Усть-Каменогорску.

Все эти ошибки в прогнозировании отразились в конечном счете на годовой подвижности. Погрешность в прогнозировании данного параметра колеблется от -19,4% по Караганде до 23,5% по Павлодару.

Таким образом, выявление точности прогнозирования играет важную роль в развитии транспортных систем городов и, безусловно, нуждается в более детальном изучении.

Глава 3. Анализ влияния социально-демографических факторов на абсолютную подвижность и ее параметры

3.1. Классификация внутригородских передвижений

Одним из основных показателей транспортно-планировочных расчетов является подвижность. Несмотря на многолетнее использование этого понятия, однозначной трактовки его нет до сих пор. В общем случае (и в этом сходятся все исследователи) подвижность - это количество передвижений, приходящихся на одного жителя в единицу времени. Для уточнения этой формулировки необходимо ответить на ряд вопросов: 1) что понимается под единицей времени; 2) что означает термин "приходящихся на одного жителя"; 3) на какой территории (или к какой территории) рассматриваются (относятся) передвижения; 4) что понимается под передвижением.

Под единицей времени может пониматься количество передвижений в год, сутки (средние, рабочие, выходные дни), часы или определенные периоды суток. Годовая подвижность получается либо путем пересчета данных анкетных обследований на год, либо путем обработки материалов дневниковых обследований, которые были введены в научный оборот А.М. Якшиным.

Другим сложным вопросом является использование терминов "приходящихся на одного жителя" и "совершаемых одним жителем". Как известно, при проведении обследований фиксируется количество передвижений респондентов, объединяемых в определенные группы по признаку пола, возраста, рода занятий. В этом случае допустимо говорить о количестве передвижений, совершаемых в среднем одним обследованным данной группы населения. В общем случае, если структура выборочной совокупности соответствует структуре генеральной совокупности, то под термином "совершаемых одним жителем" может пониматься в терминологии А.М. Якшина [131] "абсолютная подвижность населения", т.е. количество передвижений, совершенных в среднем одним обследованным данной группы (по полу, возрасту, роду занятий). Чаще всего "абсолютная подвижность" рассчитывается как частное от деления всех передвижений населения города (всеми способами, в том числе и пешком) на количество всех фактически передвигавшихся жителей города. Переход к абсолютной подвижности жителя города осуществляется с учетом весовых коэффициентов различных групп населе-

ния в генеральной совокупности (общей численности населения). По аналогии, с учетом того обстоятельства, что на территории города совершают передвижения жители пригородной зоны и приезжие из других городов, А.М.Якшин ввел термины "абсолютная подвижность приезжего населения" и "абсолютная подвижность населения, выезжающего из пригородной зоны, (включая и горожан)".

Теперь необходимо определить термин "передвижение". Передвижение - это перемещение людей от пункта отправления до пункта назначения без посещения промежуточных пунктов. Напомним, что в физике перемещением тела (материальной точки) называют изменение его местоположения в пространстве; графически перемещение интерпретируется направленным отрезком прямой, соединяющей начальное положение тела с его последующим положением. Таким образом, перемещение - величина векторная.

Перемещение людей в городском пространстве неминуемо связано с их нуждами: производственными, культурными, бытовыми... Перемещения начинаются и заканчиваются, как правило, в местах жительства, у рабочих мест, в магазинах, аптеках, театрах, местах массового отдыха, стадионах и т.п. Эти объекты называют центрами тяготения (автор данной работы предлагает называть эти объекты целями).

В теории городских пассажирских перевозок обычно рассматриваются перемещения людей от цели до цели. Эти перемещения могут быть как пешеходными, так и совершаемыми на транспорте; в этом случае для планирования и проектирования городских транспортных сетей необходимо выявление ожидаемых нагрузок на транспорт. Эти нагрузки, в свою очередь, требуют определения зависимости передвижений населения от многих факторов: времени суток, направления и пр.

С учетом отмеченного выше в общем случае, по нашему мнению, под передвижением может пониматься перемещение людей между центрами транспортного тяготения, характеризуемое целью, направлением и траекторией.

Если передвижение определяется только целью и направлением, то оно носит название "корреспонденция", т.е. характеристика "траектория" разграничивает понятия "передвижение" и "корреспонденция".

С учетом методологических трудностей в определение понятия "передвижение" при проведении анкетных обследований вводились некоторые пространственные ограничения. Так, в одном из первых обследований (1959 г.) в Москве, выполненных М.О.Хауке и

Н.А.Рудневой [179, 151], под передвижением понималось перемещение на расстояние более 50-100 метров; при обследованиях по городам Вильнюс, Каунас таким пороговым расстоянием было 200-300 метров, а в Самарканде - 500 метров. В результате по разным городам получены несопоставимые данные о суточной и годовой подвижности.

Весьма существенную особенность введения порога дальности отметил В.В. Шештокас [184] - в процессе обследования участвуют десятки (иногда сотни) участников и тысячи респондентов; обеспечить при этом единство трактовки понятия "передвижение" с ограничением по дальности не представляется возможным.

Вышеизложенные трудности в подходе к трактовке понятия "передвижение" привели к отрицанию рядом ученых необходимости исследования пешеходных передвижений (А.А.Поляков, В.В.Шештокас). Действительно, при учете только транспортных передвижений значительно упрощается как процесс проведения обследований, так и процесс расчета городского движения. Однако при этом упускается из вида тот момент, что по мере развития транспортных систем города и повышения уровня автомобилизации происходит замещение части пешеходных передвижений транспортными и, следовательно, необходимо изучение и моделирование этого процесса.

Отметим, что при анализе транспортной подвижности встречается ряд сложностей: поездка может совершаться на различных видах транспорта (легковом транспорте и маршрутном городском) с одной, двумя и даже тремя пересадками. В связи с этим приходится говорить о транспортной подвижности вообще и подвижности на отдельных группах или видах транспорта (на ГПТ, на легковом, на легковом индивидуальном транспорте). Далее, с учетом пересадочности необходимо выделять полные поездки (от двери до двери) и неполные (маршрутные) поездки (от остановочного пункта посадки до остановочного пункта пересадки, от этого пункта до пункта высадки). В связи с принятой системой учета на ГПТ выделяется фактическая маршрутная подвижность - частное от деления отчетного объема перевозок на численность населения города. Наконец, передвижения могут быть простыми (пешком от одной до другой цели или на транспорте - беспересадочная поездка от цели до цели) и сложными (передвижение, состоящее из пешеходного и транспортного перемещений или из транспортных, но с пересадками).

Кроме того, передвижения делятся на прямые (к цели передвижения) и возвратные (домой). Коэффициент возвратности $k_{воз}$ определяется отношением:

$$k_{воз} = \frac{N}{N_{пр}}, \quad (108)$$

где N - общее количество передвижений за сутки;

$N_{пр}$ - количество прямых передвижений за сутки.

Помимо этого передвижения классифицируют:

1) по функциональному назначению целей на три группы, а именно: передвижения, связанные с местами труда и учебы; с чисто жилыми районами; с объектами культурно-бытового и делового назначения;

2) по роли целей передвижений в жизнедеятельности города - на передвижения к фокусам тяготения местного и общегородского значения.

Таким образом, передвижения можно классифицировать по таким признакам, как цели передвижения, его направление, маршрут, способ совершения, начальный и конечный пункт.

По начальному пункту отправления все передвижения делятся на две группы: совершаемые с места жительства ("из дома") и передвижения, начальными пунктами которых является любая точка, кроме места жительства ("не из дома") (рис.16). Цель передвижения связана с пунктами отправления и назначения, которые в основном определяют направление передвижения, его способ и траекторию и даже среднюю дальность поездки.

В зависимости от цели передвижения могут классифицироваться на ряд групп. Традиционным является выделение таких групп как, трудовые, деловые, культурные и бытовые передвижения. Иногда выделяются "учебные" передвижения и передвижения с целью отдыха.

При исследованиях подвижности в середине 60-х годов возвратные передвижения в зависимости от пункта направления также классифицировались по цели передвижения. Так, возвращение с места работы (учебы) домой рассматривалось как возвратное трудовое передвижение. Однако в настоящее время все передвижения домой выделяются в группу "возвратные передвижения".

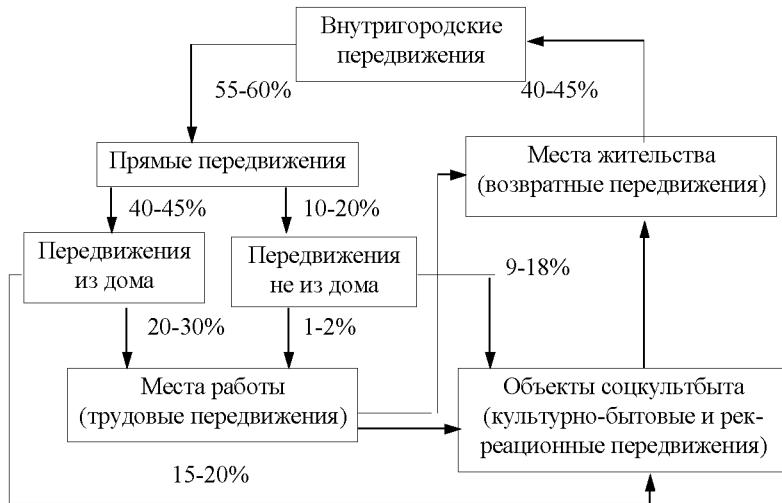


Рис. 16. Классификация внутригородских передвижений по направлениям и целям

Прямые передвижения, как показал анализ материалов анкетных обследований в городах Урала, Сибири и Казахстана, можно сгруппировать в 11 наиболее часто повторяющихся групп:

- 1) на работу;
- 2) учебные передвижения (в дневные ВУЗы, техникумы, школы);
- 3) деловые передвижения;
- 4) культурно-просветительные (кино, клубы, театры, цирки, музеи, выставки, библиотеки и т.п.);
- 5) передвижения с целью отдыха на территории города (к спортивным сооружениям, к знакомым, родственникам, прогулки);
- 6) бытовые передвижения (в детские учреждения, к предприятиям бытового обслуживания, в бани, парикмахерские и т.п.);
- 7) передвижения к объектам торговли;
- 8) передвижения к объектам здравоохранения;
- 9) передвижения к объектам внешнего транспортного узла;
- 10) передвижения за город (по трудовым целям, в коллективные сады, на дачи, с целью отдыха);
- 11) прочие прямые передвижения.

Все объекты тяготения в городе можно классифицировать на три группы:

производственные объекты (объекты труда);

объекты, задачей которых является увеличение свободного времени населения путем удовлетворения бытовых потребностей (жилые дома, коммунальные объекты, объекты бытового обслуживания, связи, гортранспорта и т.д.);

объекты, задачей которых является удовлетворение потребностей населения в рациональном использовании свободного времени.

Данная классификация в определенной мере условна, так как для одних групп населения объекты бытового обслуживания относятся ко второй группе, а для работающих на этих объектах - к первой. В то же время, использование этой классификации при изучении бюджетов времени отдельных групп населения выявить типичные бюджеты времени этих групп, на основе которых станет возможной разработка нормативов потребностей населения городов, в том числе нормативов времени на передвижения. Наконец, на базе этих нормативов возможно построение вариантов развития транспортных схем, отвечающих конечному нормативу. Таким образом, одним из путей совершенствования планирования развития транспортных систем городов является следующий путь: изучение бюджетов времени типологических групп населения - определение рационального бюджета времени на прогнозируемый период - выделение затрат времени на передвижения - планирование развития транспортной системы, отвечающей установленному нормативу.

Обобщение отмеченного выше приводит к классификации передвижений, приведенной в табл. 28.

3.2. Задачи и методы изучения внутригородских передвижений

Проектирование и планирование развития транспортных систем городов базируется на прогнозируемом спросе на транспортные услуги. Количественной характеристикой прогнозируемого спроса на транспортные услуги является объем передвижений в единицу времени, его распределение между различными видами транспорта в плане города, а также подвижность населения - количество передвижений, приходящееся на одного жителя города.

Таблица 28
Классификация внутригородских передвижений

Классификационный признак	1	2	3	4	5	6
Пункт отправления	Из дома	Не из дома				
Направление передвижения	Прямые	Возвратные				
Пункт отправления - пункт назначения	Прямые из дома	Прямые не из дома	в о з в р а т н ы е			
Укрупненные цели передвижений	Трудовые Трудовые На работу	Нетрудовые Деловые К местам учебы	из мест труда Учебные Деловые	из объектов культуры Культурные. Культурно-просв.	из прочих мест Бытовые С целью от- дыха в городе <u>За город:</u> труд- с це- до- лью вые отды- ха	Рекреаци- онные Бытовые
Группы целей прямых передвижений	К объектам здравоохранения	К объектам здравоохранения	К объектам общественного транзита	К объектам внешнего транзита узла		Прочие прямые
Способ передвижения	Пешком Пешком Пешком На мотоцикле	На трансп.: ГПТ трамвай служебн. автобусе	На индив. трансп. На троллейбусе На такси	На автобусе На служ. автомоб.	На метро На велосипеде	На легк. инд. тран. На ж/д. транспорте
Объекты тяготения	Производственные объекты (объекты труда)	Объекты, позволяющие увеличивать свободное время населения (места жительства, объекты бытового и коммун. хозяйства)		Объекты, удовлетворяющие потребности населения в использовании свободного времени		

Внутригородские передвижения - это сложный, многофакторный процесс, на который влияет комплекс факторов: природно-климатических (географическое положение города, характер прилегаю-

щих к нему территорий, климатические условия и т.п.); экономических и социально-демографических (функциональная характеристика города, характер экономических связей города с пригородной зоной, численность населения, его структура по полу, возрасту, социальным группам, традиции, привычки населения, различного рода ограничения); планировочных (территория города и ее конфигурация, взаиморасположение промышленных и селитебных территорий, конфигурация транспортной сети, степень ее развития и т.п.); транспортные (пропускная способность сетей, провозная способность видов транспорта, абсолютная и относительная численности парка грузового, легкового и массового пассажирского транспорта, система организации движения, регулярность движения массового транспорта и т.п.).

Приведенная выше классификация носит, в определенной мере, условный характер.

Показатели, характеризующие процесс передвижений, можно разбить на три группы: объемные, удельные и структурные. К объемным показателям, характеризующим абсолютные размеры движения, относятся общее количество передвижений всеми способами по городу в целом или по отдельному району, общее количество поездок в единицу времени, в том числе на различных видах транспорта, количество передвижений пешком и т.п.

Удельными показателями, позволяющими сопоставлять данные по городам, социальным, половым и иным группам, являются общая подвижность населения, пешеходная, транспортная подвижность (в целом и на отдельных видах транспорта) в единицу времени, подвижность населения отдельных социальных, возрастных, половых и иных групп населения, средние затраты времени и средние дальности передвижений и поездок.

К структурным показателям, характеризующим соотношения между отдельными элементами рассматриваемого процесса, относятся распределение населения (обследованных) по суточному количеству передвижений; распределение передвижений по затратам времени и дальности; удельный вес передвижений на транспорте (коэффициент пользования транспортом) и пешком; распределение передвижений во времени (по часам суток, дням недели и месяцам года); целевая структура подвижности и т.п.

Интенсивные исследования внутригородской подвижности населения велись в СССР с начала 60-х годов. В настоящее время анкетные

обследования выполнены более чем в 80 городах, причем в ряде городов выполнены повторные обследования¹. Несмотря на значительный объем накопленной информации о внутригородской подвижности многие принципиальные вопросы до настоящего времени не решены. В частности, не разработана методика прогнозирования и планирования общей и транспортной подвижности, не установлены общие закономерности влияния на подвижность социально-демографических и транспортно-планировочных факторов и т.п. Такое положение явилось следствием того, что обследования, проводимые в разных городах, выполнялись по разным методикам (чаще всего при обследовании в конкретном городе методики создавались заново), результаты многочисленных обследований до сих пор не обобщены, отсутствует единство в терминологии, целевая структура подвижности принимается слишком упрощенной.

Основными задачами исследования передвижений городского населения является необходимость выявить:

влияет ли пол, возраст, социальная группа на величины абсолютной подвижности, ее параметры и структуру по целям;

можно ли рассматривать подвижность по группам населения: градообразующая группа (рабочие и служащие в целом), студенты ВУЗов и техникумов, школьники, несамодеятельное население (пенсионеры, домохозяйки, безработные);

типологию кривых распределения передвижений (пешком, на транспорте, всеми способами) по дальности и затратам времени в зависимости от цели передвижения;

закономерности изменения коэффициентов пользования транспортом в зависимости от дальности (затрат времени) и цели передвижения;

закономерности расселения относительно мест труда;

временную (по часам суток, дням недели и месяцам) неравномерность передвижений с учетом социально-демографических факторов и целей передвижений;

влияние цели передвижения и его дальности (затрат времени) на величину коэффициента возвратности.

механизм самоорганизации внутригородских передвижений.

¹ В качестве парадокса отметим тот факт, что наименьшее количество таких исследований выполнено в России.

Традиционные транспортно-социологические исследования подвижности населения городов базировались на анкетах, в которых фиксировалась информация о суточном цикле передвижений разными способами. Основные принципиальные положения анкет - откуда, куда и каким способом совершалось передвижение. Такое обследование позволяет определить величину подвижности различных групп населения, распределение передвижений по дальности, затратам времени, часам суток, зависимость коэффициента пользования транспортом от дальности и затрат времени. Оставляя в стороне различия в формировании выборочной совокупности, форме анкеты и технике обследований, характерных для того или иного города либо творческого коллектива, отметим, что материалы обследований отражают фактическую картину подвижности различных социально-демографических групп населения, распределения передвижений по дальности и затратам времени. К сожалению, материалы проведенных в СССР обследований не обобщены. Поэтому каждый раз в любом городе обследование начинается как бы с нуля. Не случайно, что и форма анкеты за последние 20 - 30 лет практически не менялась, а это является еще одним подтверждением того, что закономерности если и выявлены, то не обобщены.

Автором в период 60-80-х годов опубликована серия работ, посвященная теории и практике обследований внутригородских передвижений на Урале и в Казахстане [12, 16, 26, 43, 51, 78, 97, 102, 150]. В связи с этим вопросы, относящиеся к традиционному подходу при обследовании подвижности, в данной работе не рассматриваются. В настоящее время возникла необходимость выявлять не только фактическую подвижность и ее параметры, но и желаемую подвижность и ее параметры. Ниже рассматривается разработанный автором комплексный подход к такого рода исследованиям, апробированный в Екатеринбурге.

Какая же информация о внутригородских передвижениях и для каких целей должна быть получена? Очевидно, эта информация должна быть увязана с задачами прогнозирования развития транспортной системы города. Из алгоритма, приведенного на рис.2, вытекает, что между состоянием города, развитием его транспортной системы существует динамическая связь, индикатором которой является подвижность. Следовательно, при прогнозировании на длительный срок нужны устойчивые закономерности и укрупненные показатели, а при краткосрочном прогнозировании, связанном с оптимизацией, нужны детализированные

данные. Таким образом, с одной стороны, необходимо очень точное выявление закономерностей и тенденций, а, с другой - необходима высокая точность оценки состояния системы. Эти рассуждения привели к разработке и реализации пакета (приложение 1), состоящего из четырех отдельных анкет [78].

В анкете №1 фиксируются данные о передвижениях, совершаемых "обычно", т.е. информация о передвижениях не "привязана" к конкретному (традиционно вчерашнему) дню. Особенностью этой анкеты является выделение 8 групп передвижений: с места жительства - к месту работы, учебы; с места работы - домой; с места жительства - к бытовым и торговым предприятиям "своего" района; с места жительства - к учреждениям культуры "своего" района; с места жительства - к центру города; с места работы - к бытовым и торговым предприятиям, к учреждениям культуры и к центру города. Одновременно выявляется наиболее используемый способ передвижений и частота их совершения к 20 целям.

Анкета №2 является традиционной и фиксирует передвижения за предыдущие сутки с указанием наименований (а в случае необходимости учета корреспонденций - и адресов) пунктов отправления - назначения, времени начала передвижения, затрат времени, способа передвижения и количества пересадок.

Анкета №3 позволяет выявить требования населения к системе ГПТ, в частности приемлемые затраты времени на передвижения с различными целями в зависимости от способа их совершения, наиболее существенные факторы при поездках на ГПТ с различными целями, приемлемые затраты времени внутри подвижного состава и на подход к остановочному пункту ГПТ, требования к комфорtabельности поездки.

Блок из трех анкет (№1-№3) объединяется справочно-информационной анкетой № 4, позволяющей выявлять пол, возраст, социальную группу, семейное положение и состав семьи респондента, наличие в семье автомобилей, мотоциклов, велосипедов (и их количество), наличие или отсутствие домашнего телефона, уровень обеспеченности семьи и удовлетворенность районом места жительства. Акцент в этой анкете на семью не случаен: предполагается, что единицей отбора при обследовании является семья, а каждый ее взрослый член заполняет анкеты №№ 1 - 4.

В процессе апробации указанного комплекса анкет выяснилось, что заполнение их должно осуществляться при консультации хорошо

подготовленного интервьюера. Затраты времени на заполнение одного пакета анкет при самостоятельном заполнении составили в среднем 35 минут (колебания от 20 до 50 минут). Затраты времени на заполнение одного пакета анкет по месту жительства (семейный опрос) сокращались до 20 - 25 минут. Следует также отметить, что при групповом заполнении анкет (до 8-10 человек в группе) с помощью опытного интервьюера время заполнения анкеты ни разу не превысило 30 минут, а нередко доходило до 20 минут на группу.

Указанный пакет анкет позволяет создать социальные динамические нормативы обслуживания населения городов разной людности городским транспортом. Особенностью пакета анкет является то, что он может быть использован в комплексе и по частям, т. е. любая из первых трех анкет в сочетании с четвертой может быть использована изолировано. Ранее проведенные исследования показали, что в тех случаях, когда нужно получить только величины подвижности, анкета № 2 может не использоваться.

Комплекс задач, решаемых в процессе обследования подвижности, рассмотрен в работе [83].

3.3. Анализ распределения населения по суточному количеству передвижений

Традиционным в исследованиях внутригородских передвижений является выявление их суточного количества, последовательности совершения и характеристика каждого из передвижений по затратам времени, цели, способу и т.п. (см. 3.2). В результате выявляются усредненные показатели подвижности (всеми способами и на транспорте), затрат времени, дальности и зависимости пользования транспортом от L и (или) T . При таком подходе отсутствует увязка выявленных усредненных параметров с суточным количеством передвижений и их структурой по циклам.

Представляется, что на современном этапе исследований более продуктивно необходимые расчетные параметры выявлять исходя из суточного количества передвижений и поездок. Реализация такого подхода требует изменения методики обработки материалов анкетных обследований передвижений. При предлагаемом подходе общее количество обследованных дифференцируется на первом этапе на группы по суточному количеству передвижений ($0, 1, 2, \dots, k$). Последующая дифференциация может осуществляться в любых необходимых разрезах: по

социальным группам, целям и направлениям передвижений и т.п.. Тогда одним из важнейших результатов исследований будут количественные закономерности связи между подвижностью, с одной стороны, и такими ее характеристиками, как средние затраты времени, коэффициент пользования транспортом и т.п. - с другой.

Известно, что подготовка обследования внутригородских передвижений начинается с расчета объема выборки. При этом дисперсия суточного количества передвижений принимается либо по материалам пробного обследования, либо по аналогии с другими городами. Накопленный опыт обследований позволяет выявить влияние социальных групп населения на его распределение по суточному количеству передвижений.

Как видно из табл. 29, дисперсия суточной подвижности колеблется в значительных пределах. В то же время разброс (вариация) параметров подвижности не учитывается при последующих расчетах загрузки транспортной сети города.

Таблица 29
Дисперсия суточного количества передвижений

Город	Структурная группа								Все обследованные
	рабочие	служащие	все трудя-дя-щие-ся	студен-ты	шко-льни-ки	пенсионеры	домо-хозя-йки	шко-льн., пенс., домо-хоз.	
Темир-Тау			1,82	2,04	1,99			2,04	2,08
Уральск	1,43	1,64		1,38	1,17	1,79	2,50		1,70
Павлодар									
1982			1,36						
1972	1,75	2,60		2,83	4,27	1,59	0,93		2,51
Кзыл-Орда	0,65	0,59				0,99	0,89		0,68
Актюбинск	2,48	1,31		2,21	2,11	2,25	2,61		2,61
Усть-Каменогорск			1,52	1,26	1,37			1,09	1,43
Чимкент	1,55	1,63		1,54	1,62	1,61	2,63		1,82
Гурьев	1,59	1,69		2,10	1,47	2,27	2,49		1,86
Семипалатинск			1,26						
Петропавловск			1,50						

Анализ материалов 70-80 годов показал, что в обследованиях 70-х годов (табл.30) удельный вес населения, совершившего одно передвижение в сутки или не совершившего вообще передвижений, был значительно больше, чем в 80-е годы. В 1972г. в Павлодаре удельный вес таких жителей составлял 7,9%, а в 1982 г. - 1,1%. Столь существенное изменение объясняется прежде всего тем, что объем выборки в связи с накоплением опыта обследований в 80-е годы уменьшился по сравнению с 70-ми. Так, по группе "рабочие и служащие" объем выборки в городах Казахстана в 70-е годы колебался от 436 до 7807 человек,, а в 80-е годы - от 318 до 684 человек. Как видно из табл.30, удельных вес лиц, совершивших одно передвижение в сутки и не совершивших передвижений, в сумме колеблется от 0,25 до 8% (в среднем соответственно 0,8 и 4,6%, а в сумме 5,4%).

Очевидно, что удельный вес населения, не совершающего передвижений, меняется по сезонам года и зависит в основном от возрастной структуры населения. Удельный вес населения, совершающего одно передвижение (поездку) в сутки, связан с миграционной (территориальной) подвижностью населения - поездки в командировку, выезд на работу за город, выезд в летнее время на отдых на два и более дня.

Итак, основная масса горожан совершает 2 и более передвижения в сутки. Рассмотрим, как распределяется население городов по суточному количеству передвижений при $P \geq 2$ передвижения в сутки. Как видно из табл.31, характер кривых распределения для всех групп населения одинаков - пики отмечаются при $P=2$ и $P=4$ передвижения. Тем не менее структура населения по количеству передвижений за сутки весьма существенно различается по структурным группам: если кривые распределения для рабочих, служащих, школьников и домохозяек практически идентичны, то кривая распределения для студентов резко отличается от указанных кривых.

Сопоставление кривых свидетельствует о том, пик кривых при $P=4$ у студентов больше, чем при $P=2$ (у рабочих, служащих - наоборот); вероятность совершения за сутки двух передвижений у рабочих и служащих в 1,5 -2 раза выше, чем у студентов, а четырех передвижений - в 1,5 раза ниже.

Таблица 30

Удельный вес лиц с суточным количеством передвижений (поездок) “0” и “1” (на примере городов Казахстана), в %

Город	Рабочие, служащие		Студенты		Школьники, пенсионеры, домохозяйки		Все обследованные		
	“0”	“1”	“0”	“1”	“0”	“1”	“0”	“1”	“0+1”
Семипалатинск	0	3,41	0	0,53	1,16	0,69	0,49	1,70	2,19
Усть-Каменогорск	0	3,00	0	0	2,03	1,19	0,15	1,90	2,05
Петропавловск	0	0,58	0	0	0,76	0,38	0,28	0,14	0,42
Павлодар	0	1,37	0	0	0,53	0,26	0,18	0,89	1,07
1982									
Джамбул	0	1,56	0	0	0,79	1,59	0,25	1,39	1,64
Балхаш	0,63	5,66	0	3,23	5,38	6,45	2,24	5,79	8,01
Кустанай									
Темир-тау	0	0,16	0	0	0	0,39	0	0,25	0,25
Уральск	3,19	0	1,35	0	15,15	0	7,15	0	7,15
Павлодар	4,33	2,32	2,80	0,97	12,90	1,02	5,96	1,94	7,90
1972									
Кзыл-Орда	1,15	0	- ¹	- ¹	8,98 ²	0 ²	-	-	-
Актюбинск	2,92	0,35	2,38	0	8,93	0,19	4,94	0,27	5,21
Чимкент	0,38	2,16	1,06	0	3,88	1,29	1,76	1,69	3,45
Гурьев	1,71	0,63	1,95	0	6,90	0,14	3,57	0,41	3,98

¹ не обследовались студенты; ² не обследовались школьники

Таблица 31

Распределение населения по суточному количеству передвижений (обобщенные данные по 14 городам Урала и Казахстана)

Структурная группа	Годы	Количество передвижений							Итого
		2	3	4	5	6	>6		
Рабочие и служащие	70-е	53,4	9,8	26,2	4,7	4,1	1,8		100
	80-е	50,1	17,0	24,2	5,0	2,8	0,9		100
Студенты	70-е	36,3	10,3	37,5	8,2	5,2	2,5		100
	80-е	38,4	21,2	29,5	7,6	2,4	0,9		100
Пенсионеры, школьники, домохозяйки	70-е	51,7	9,0	23,2	4,6	4,9	1,6		100
	80-е	58,4	15,4	21,1	3,7	1,2	0,2		100

В общем случае факт появления пиков вероятностей совершения 2 или 4 передвижений не является удивительным. Проведенные по Свердловску исследования [157, 186] показали наибольшую распространенность цепочки передвижений типа “место жительства - место работы - место жительства” (МЖ - МР - МЖ). По данным В.П.Сеткина [157], удельный вес таких суточных циклов составлял 66% всех циклов передвижений рабочих и 42,1% - служащих; по данным Л.В.Шиляевой [186] удельный вес элементарного цикла “пункт отправления - пункт назначения - пункт отправления” по всем структурным группам населения составил 82,3%. В.П.Сеткин показал также, что удельный вес суточных циклов, включающих четыре передвижения, может достигать до 17,58% у рабочих и 22,48% у служащих. Таким образом, структура суточных циклов передвижений и предопределяет наличие двух пиков на кривой распределения населения.

Структура населения (обследованных) по суточному количеству передвижений изменяется во времени. В группе трудящихся в 80-е годы отмечалось уменьшение, по сравнению с 70-ми годами, удельного веса лиц, совершающих 2 и 4 передвижения; одновременно резко (с 9,8 до 17%) выросла доля лиц, совершающих три передвижения в сутки. Максимальное количество зафиксированных передвижений в сутки в этой группе в 80-е годы не превышало 8, а в 70-е годы фиксировались случаи совершения 10 и более передвижений в сутки.

Для студентов характерна другая тенденция: увеличился (хотя и незначительно) удельный вес лиц с двумя передвижениями в сутки; более чем в два раза вырос удельный вес лиц с тремя передвижениями при значительном уменьшении тех, кто совершает четыре передвижения (см. табл. 31).

В несамодеятельной группе (пенсионеры, школьники, домохозяйки) отмечаются те же тенденции, что и у студентов, но выражены они более отчетливо.

Складывается впечатление, что в настоящее время суточный цикл передвижений рационализируется, более осознанно планируется. Об этом прежде всего свидетельствует резкий рост удельного веса лиц, совершающих три передвижения в сутки.

Рассмотрим этот вопрос более подробно на примере Кустаная. Исследование подвижности населения Кустаная выполнялось в 1975 и 1986гг. За указанный период в распределении населения по суточному

количеству передвижений произошли существенные изменения (табл.32).

Таблица 32
Распределение населения Кустаная по величине суточной подвижности, %

Структур-ная группа	Год	С у т о ч н а я п о д в и ж н о с т ь							Ито-го	Подвиж-ность
		2	3	4	5	6	7	> 7		
Рабочие и служащие	1975	60,8	6,1	26,3	2,2	3,4	0,3	0,9	100	2,86
	1986	49,4	19,7	22,8	4,2	3,1	0,3	0,5	100	2,96
Студенты	1975	49,0	10,6	33,3	4,1	2,0	0,5	0,5	100	3,04
	1986	51,9	23,7	18,6	5,1	0,7	-	-	100	2,79
Школьники	1975	44,4	3,7	42,0	2,5	5,6	0,6	1,2	100	3,29
	1986	53,1	17,2	24,0	2,5	2,5	0,7	-	100	2,86
Пенсионеры и домохозяйки	1975	65,6	10,0	19,6	1,9	1,9	0,3	0,7	100	2,68
	1986	71,7	14,0	13,0	1,0	0,3	-	-	100	2,43

В группе "рабочие и служащие" удельный вес передвигающихся по простейшему циклу "пункт отправления - пункт назначения и обратно" уменьшился более чем на 11%, а доля населения с подвижностью 3 передвижения в сутки выросла более чем в три раза. В остальных группах населения - "студенты", "школьники", "пенсионеры и домохозяйки" - удельный вес населения с суточной подвижностью 2 увеличился на 9-6 пунктов, с подвижностью 3 - в 1,5 - 5 раз. Зато удельный вес населения с подвижностью 4 передвижения в сутки за период 1975-1986гг. уменьшился: у рабочих и служащих сравнительно мало (на 3,5%), а в остальных группах - в 1,5 - 2 раза. Естественно, такие изменения повлияли на подвижность: у рабочих и служащих она увеличилась в 1986 г. по сравнению с 1975 г. на 3,5%, во всех остальных группах уменьшилась (у студентов - на 8,2%, школьников - на 13,1%, у пенсионеров и домохозяек - на 9,3%).

Анализ распределения населения по суточному количеству передвижений показал, что между средней по городу подвижностью и удельным весом населения с подвижностью, равной двум передвижениям в сутки Y_2 , имеется связь (рис. 17):

1975г.

$$\bar{P} = 4,37 - 0,0256Y_2 \quad (109)$$

$$r = 0,972 \quad r^2 = 0,945;$$

1986г.

$$\bar{P} = 4,0 - 0,022Y_2 \quad (110)$$

$$r = 0,975 \quad r^2 = 0,952 ;$$

1975 + 1986гг.

$$\bar{P} = 4,24 - 0,0246Y_2 \quad (111)$$

$$r = 0,909 \quad r^2 = 0,826 .$$

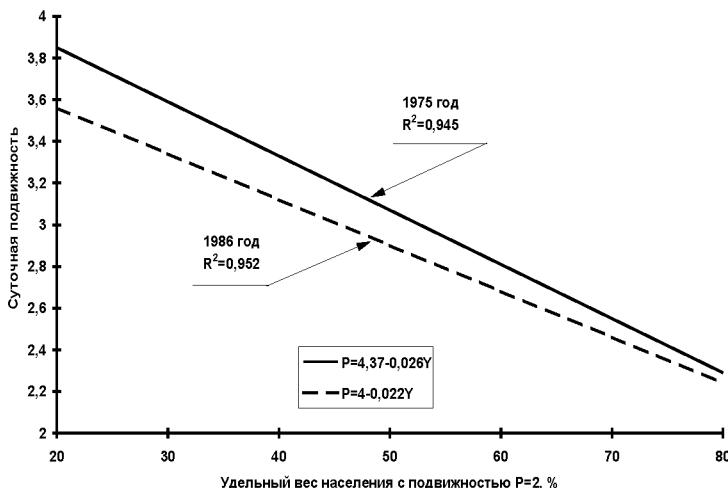


Рис.17 Зависимость суточной подвижности населения от удельного веса обследованных с подвижностью $P=2$

Осуществим проверку модели (109) по осредненным данным исследований в 14 городах:

$$\bar{P} = 4,19 - 0,025Y_2 \quad (112)$$

(рабочие, служащие, студенты)

$$r = 0,917, \quad t_r = 12,194, \quad t_z = 8,169, \quad F = 6,093, \quad (n = 30).$$

У рабочих и служащих рассматриваемая зависимость носит практически функциональный характер:

$$\bar{P} = \frac{95,92}{Y_2} + 0,02 \quad (113)$$

$$r = 0,995, t_r = 37,746, t_z = 10,842, F = 95,918, (n = 16).$$

У студентов эта связь значительно слабее: при лучшей аппроксимации $r = 0,743$ (при достаточно высоких t_r и t_z).

Таким образом, первым важным выводом является наличие связи между долей населения с двумя передвижениями в сутки и средней подвижностью населения:

$$\bar{P} = P_{\max} - a Y_2 \quad (114)$$

Уточненные параметры P_{\max} и a моделей (109 - 114) по всему комплексу исследований за 1965 - 1986 гг. составляют

$$\bar{P} = 4,2 - 0,022 Y_2. \quad (115)$$

Приведенные выше данные распределения населения по суточному количеству передвижений относились к 60-80-м годам. В связи с происходящими изменениями потребовалось осуществить проверку устойчивости указанного распределения. Анализ был выполнен в Екатеринбурге с использованием пакета анкет, рассмотренных в 3.1. Среди респондентов было 59% мужчин и 41% женщин. По возрасту респонденты распределились следующим образом: от 15 до 19 лет - 3%; от 20 до 24 - 19%; от 25 до 29 - 25%; от 30 до 39 - 41%; от 40 до 49 - 8%; от 50 до 59 - 3%; свыше 60 - 1%. По социальным группам распределение оказалось следующим: ИТР - 33%; служащих - 24%; предпринимателей - 10%; научных работников - 8%; студентов - 7%; рабочих - 7%; домохозяек - 7%; пенсионеров - 1%; безработных - 2%. Женатых (замужних) респондентов оказалось - 62%; холостых (незамужних) - 38%.

У 44,3% респондентов есть домашние телефоны (46% респондентов мужчин и 41,9% - женщин); у 22,6% респондентов семья имеет автомобиль (28,6% общего количества мужчин и 14,0% количества женщин) и у 3,8% респондентов в семье 2 автомобиля. Мотоцикл или мотороллер имеет 4,7% опрошенных. Велосипед имеют 30,2% человек (28,6% общего количества мужчин и 32,6% - женщин). Такова краткая характеристика опрошенной группы.

Данные о передвижениях за предыдущий отчету день (по анкете №2 приложения 1) сведены в табл. 33.

Сопоставим полученные нами результаты с ранее приведенными. В обследованиях 70 - 80-х годов нами отмечались пики вероятности совершения двух и четырех передвижений за сутки (см. выше), что было связано с очень высоким удельным весом цепочек передвижений типа "место жительства - место работы" и обратно.

Таблица 33

Распределение респондентов по суточному количеству передвижений (Екатеринбург, 1994г.)

Число передвижений	Мужчины	Женщины	Все респонденты	%
0	4,8	4,7	4,7	
2	9,5	9,3	9,5	
3	14,3	7,0	11,3	
4	14,3	14,0	14,2	
5	7,9	23,3	14,1	
6	11,1	14,0	12,3	
7	7,9	9,3	8,5	
8	6,3	16,3	10,4	
9	7,9	2,3	5,6	
10	6,3	0	3,8	
Более 10	9,6	2,3	6,4	

В исследовании 1994г. в связи с изменениями в режиме жизнедеятельности населения (закрытие многих предприятий или неполная трудовая неделя на некоторых предприятиях, появление безработных, частая смена работы, совместительство в нескольких местах) кривая распределения населения по суточному количеству передвижений изменилась: 1) удельный вес горожан, совершивших два передвижения, составил всего 9,5%; 2) по мере увеличения подвижности растет и удельный вес совершивших такое количество передвижений - при подвижности, равной трем, удельный вес населения составил 11,3%, при подвижности, равной четырем - 14,2%; 3) в дальнейшем при нечетной подвижности (5, 7, 9,...) отмечаются провалы, а при четной (6, 8,...) - пики удельного веса населения; 4) с подвижности, равной шести, отмечается падение удельного веса горожан, совершивших такое количество передвижений.

Возникает вопрос, как отнести к таким данным? Вызывает удивление появление большой группы лиц, имеющих суточное количество передвижений более 10 (9,6% мужчин и 2,3% женщин). Ранее такого не наблюдалось. С одной стороны, сказалась кропотливая работа интервьюеров, выявлявших даже короткие передвижения. С другой стороны, по мере стабилизации экономической ситуации кривая распре-

деления населения по суточному количеству передвижений должна "спрессоваться" и сдвинуться "влево", т.е. практически принять форму кривых 70 - 80-х годов. Причин такого прогноза много, но главная - это исчезновение в будущем многочисленных коротких передвижений к объектам торговли.

3.4. Анализ влияния социально-демографических факторов на внутригородскую подвижность населения

Анализируя влияние социально-демографических факторов на подвижность населения, следует прежде всего отметить, что речь идет о влиянии пола, возраста и социального положения. При этом наиболее существенную роль играет половозрастная структура населения. По принятой в стране классификации к непроизводительному населению относятся возрастные группы до 14 лет и свыше 70 лет, к производительному - возрастные группы 20-59 лет и к полупроизводительному - возрастные группы 15-19 и 60-69 лет. Однако с учетом фактической демографической ситуации выделяют три возрастные группы населения: до 14 лет, от 15 до 49 и старше 50 лет. В зависимости от соотношения этих групп населения города делятся на три группы: с прогрессивной структурой населения (соответственно 30-50-20%), стационарной (25-50-30%) и регрессивной (20-50-30%). Социальная структура населения во многом связана с возрастной, хотя и не полностью корреспондирует с ней. Принято выделять такие социальные группы, как рабочие, служащие (специалисты и обслуживающий персонал), предприниматели, студенты, школьники, пенсионеры, домохозяйки. Следует отметить, что методы прогнозирования половозрастной структуры населения городов отечественной наукой отработаны достаточно хорошо. Однако прогнозирование социальной структуры населения представляет собой трудно решаемую задачу. Поэтому в настоящем параграфе излагаются в основном результаты исследования влияния половозрастной структуры на суточную подвижность населения [30, 34, 54, 63 и др.].

Рассмотрим влияние пола и возраста на суточную подвижность населения (табл.34). Во всех 8 анализируемых городах отмечается устойчивая зависимость подвижности от возраста населения. Максимум подвижности регистрировался в возрастных группах 14-17 и 17-25 лет, что вполне естественно, т.к. величина свободного времени в этих группах наибольшая; эти группы наиболее мобильны. В последующих воз-

Таблица 34

Суточная подвижность населения в зависимости от пола и возраста

Возраст, лет	Пермь		Алма-Ата		Оренбург		Усть-Каменогорск		Кустанай		Семипалатинск		Уральск		Экибастуз	
	1973		1984		1974		1980		1986		1985		1980		1989	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж
7 - 13	2,22	2,08	2,75	2,69	3,08	2,85	2,91	3,16	2,95	2,86	2,47	2,66	2,82	2,64	3,07	3,38
14 - 17	2,85	2,88	3,20	3,20	3,27	3,46	3,28	3,05	2,83	3,01	2,73	2,88	3,09	2,98	3,06	3,22
18 - 25	2,97	3,07	3,04	3,52	3,37	3,19	3,14	3,08	2,79	2,90	2,86	2,90	2,98	3,13	3,13	3,61
26 - 40	2,79	3,05	2,65	3,22	2,80	3,11	2,75	3,06	3,00	3,13	2,87	2,81	2,84	3,12	2,56	3,28
41 - 50	2,45	2,71	2,48	3,07	2,61	2,96	2,76	2,82	2,49	2,81	2,82	2,78	2,69	2,92	2,45	3,07
51 - 60			2,75	3,10			2,28	2,85	2,42	2,40	2,85	2,66	2,39	2,66	2,06	2,54
Более 60	2,40	2,25	2,57	2,81	2,51	2,87	2,38	2,64	2,44	2,52	2,27	2,35	2,61	3,06	2,33	2,81
Всреднем	2,75	2,97	2,79	3,17	2,88	3,11	2,88	2,97	2,77	2,86	2,74	2,76	2,83	2,99	2,81	3,27

растных группах суточная подвижность уменьшается с увеличением возраста. Следует отметить, что в ряде городов подвижность населения в возрасте 25-40 лет близка к подвижности населения в возрасте 17-25 лет.

Во всех проанализированных нами городах суточная подвижность женщин выше подвижности мужчин (табл.34). Ранее в работе [30] мы отмечали, что в литературе имеются как подтверждающие, так и противоположные данные. Однако нами впервые использованы данные, полученные в разных городах по одной и той же методике.

Осредненные данные 80-х годов (рис.18, табл.35) четко подтверждают, что в производственном возрасте у женщин подвижность выше, чем у мужчин на 10-12%.

Таблица 35
Обобщенные данные по влиянию пола и возраста на суточную подвижность населения

Возраст	Подвижность					
	максимальная		средняя		минимальная	
	м	ж	м	ж	м	ж
7-13	3,04	3,20	2,83	2,90	2,62	2,59
14-17	3,24	3,19	3,03	3,06	2,82	2,93
18-25	3,13	3,50	2,99	3,19	2,85	2,88
26-40	2,94	3,27	2,78	3,10	2,62	2,94
41-50	2,78	3,04	2,62	2,91	2,45	2,78
51-60	2,75	2,95	2,46	2,70	2,16	2,46
Более 60	2,57	2,95	2,43	2,70	2,30	2,45

Выше было рассмотрено влияние демографических факторов на общую подвижность. Теперь целесообразно рассмотреть влияние этих факторов на пешеходную и транспортную подвижность. Оставляя в стороне различия планировочной структуры городов и маршрутной системы ГПТ в них, отметим, что наибольший коэффициент пользования транспортом характерен для возрастной группы в 13-17 лет (табл.36); с увеличением возраста респондентов коэффициент пользования транспортом уменьшается, причем кривые относительного уменьшения (по отношению к среднему для города показателю) по городам либо близки, либо совпадают.

Таблица 36

Зависимость подвижности от возраста и способа передвижения

Возраст	Пермь			Оренбург		
	P _{пеш}	P _{тп}	KПT	P _{пеш}	P _{тп}	KПT
7-13	1,90	0,25	0,116	2,04	0,92	0,310
14-17	1,22	1,64	0,572	1,54	1,82	0,541
18-25	1,30	1,72	0,571	1,81	1,47	0,449
26-40	1,45	1,47	0,502	1,73	1,23	0,415
40-60	1,32	1,26	0,487	1,69	1,09	0,392
Более 60	1,21	1,11	0,478	1,80	0,89	0,329
В среднем	1,37	1,49	0,522	1,72	1,31	0,425

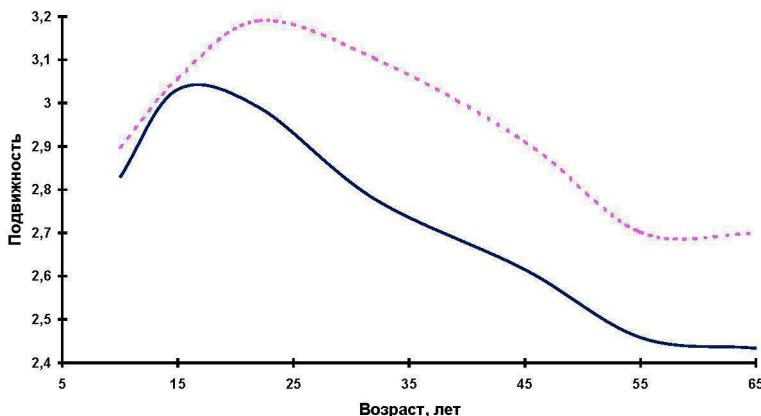


Рис.18 Влияние пола и возраста на суточную подвижность населения:

(— Мужчины ; -·- Женщины)

3.5. Анализ влияния демографических факторов на параметры внутригородской подвижности

Укрупненными параметрами внутригородских передвижений являются средняя и суточная дальность передвижений, средняя и суточные затраты времени на передвижение, средняя скорость передвижения, коэффициент пользования транспортом. Ниже рассматривается влияние демографических факторов на эти параметры на примере пяти городов, в которых исследования выполнены в 80-е годы по одной и той же методике (табл.37).

Таблица 37

Влияние пола и возраста на среднюю дальность передвижения, км

Возраст, лет	Алма-Ата		Семипала-тинск		Усть-Ка-меногорск		Кустанай		Уральск	
	1984		1985		1980		1986		1980	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
7 - 13	1,45	1,25	2,19	2,39	1,88	1,95	1,86	2,08	1,41	1,11
14-17	2,10	1,84	3,54	3,10	2,47	2,46	3,48	3,38	2,82	2,16
18-25	5,02	4,38	5,15	4,27	4,84	3,41	5,25	5,78	4,39	3,52
26-40	5,88	4,04	5,00	4,71	4,52	3,91	5,36	4,63	3,91	2,66
41-50	6,19	3,10	5,45	4,23	4,61	3,58	5,54	4,43	4,95	2,88
51-60	1,96	2,09	5,02	4,57	4,83	3,34	4,60	5,15	2,97	1,80
Более 60	2,49	1,79	4,77	2,67	3,31	2,98	4,09	3,60	2,16	1,52
В среднем	4,21	3,19	4,46	3,81	3,93	3,32	4,46	4,48	3,73	3,31

Во всех исследованных городах (за исключением Кустаная) средняя дальность передвижений женщин составляла 0,76-0,89 аналогичного показателя мужчин. Причем соотношение между средними дальностями передвижений женщин и мужчин уменьшается от возрастной группы в 7-13 лет, в которой эти дальности более-менее близки, к последующим возрастным группам (с некоторым увеличением в группе 50-60 лет) - рис.19.

С учетом ранее выявленного превышения подвижности женщин по сравнению с подвижностью мужчин на 10-12% и средней дальности передвижения у мужчин на 12-32% не вызывает удивления, что суточная дальность передвижений у мужчин выше, чем у женщин (табл. 38).

С увеличением возраста респондентов суточная дальность передвижений растет, достигая максимума у мужчин в возрастных группах 26-40 и 40-50 лет, а у женщин - в группе 18-25 лет (рис. 20). При этом у мужчин принципиальной разницы в трех возрастных группах -18-25; 26-48; 41-50 - нет, у женщин величина суточной дальности по этим возрастным группам различается существенно. Вообще у женщин влияние возраста на суточную дальность передвижений выражена четче, чем у мужчин.

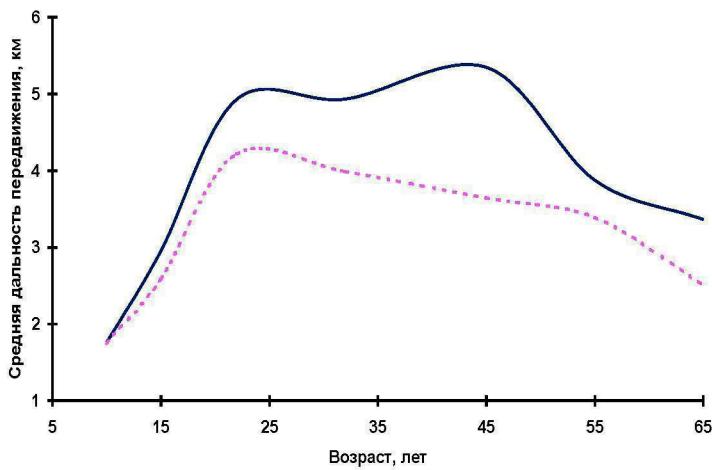


Рис.19 Влияние пола и возраста на среднюю дальность передвижения:
 (— Мужчины ; - - Женщины)

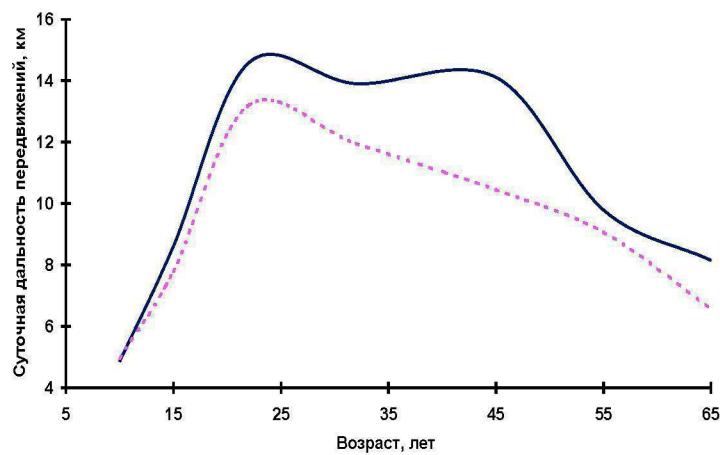


Рис.20 Влияние пола и возраста на суточную дальность передвижений:
 (— Мужчины ; - - Женщины)

Таблица 38

Влияние пола и возраста на суточную дальность передвижений,

в км

Воз- раст, лет	Алма-Ата		Семипала- тинск		Усть-Каме- ногорск		Кустанай		Уральск	
	1984		1985		1980		1986		1980	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
7 - 13	3,99	3,36	5,41	6,36	5,47	6,16	5,49	5,95	3,98	2,93
14 - 17	6,72	5,89	9,66	8,93	8,10	7,50	9,85	10,17	8,71	6,44
18 - 25	15,26	15,42	14,73	12,38	15,20	10,50	14,65	16,76	13,08	11,02
26 - 40	15,58	13,01	14,35	13,24	12,43	10,75	16,08	14,49	11,10	8,30
41 - 50	15,35	9,52	15,37	11,76	12,72	10,10	13,80	12,45	13,32	8,41
51 - 60	5,39	6,48	14,31	12,16	11,01	9,52	11,13	12,36	7,10	4,79
Более 60	6,40	5,03	10,83	6,27	7,88	7,87	9,98	9,07	5,64	4,65
В сред- нем	11,75	10,11	12,22	10,52	11,32	9,86	12,35	12,63	10,56	9,90

Отметим важное обстоятельство: суточная дальность передвижения мало зависит от людности города и составляет 12,5-10,5 км у мужчин и 12,5-10 км у женщин. Это можно объяснить не только достаточно ограниченными возможностями суточного бюджета времени, отводимого на передвижения, но и сложившимся в городах скоростным режимом на ГПТ. Рассмотрим этот вопрос подробнее.

Однозначное заключение о соотношении средних затрат времени на передвижение мужчин и женщин по имеющимся данным сделать трудно. Как видно из табл.39, в Алма-Ате, Усть-Каменогорске и Уральске средние затраты времени на передвижение выше у мужчин на 7-15%; в Семипалатинске и Кустанае этот показатель выше у женщин на 3-8%. При этом в трудоспособном возрасте средние затраты времени мало различаются по возрастным группам. Можно утверждать, что, начиная с подросткового возраста средние затраты времени на передвижение возрастают, далее стабилизируются в трудоспособном возрасте и уменьшаются в пенсионном (рис.21). Поэтому рассмотрим более корректный показатель - суточные затраты времени на передвижения (табл.40 и рис.22).

В рамках одного города суточные затраты у мужчин и женщин практически не различаются (более подробно см. 4.1), но их величина зависит от людности города, которая коррелируется в определенной мере с уровнем развития его транспортной системы.

Таблица 39

**Влияние пола и возраста на средние затраты времени
при передвижениях, мин**

Воз- раст, лет	Алма-Ата		Семипала- тинск		Усть-Каме- ногорск		Кустанай		Уральск	
	1984		1985		1980		1986		1980	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
7 - 13	12,7	13,8	18,6	21,7	20,2	18,4	19,9	21,4	16,5	15,9
14-17	18,0	17,0	25,4	23,0	21,5	20,4	28,1	30,5	24,9	22,6
18-25	30,4	27,6	31,1	31,8	31,9	29,2	41,9	45,0	34,9	30,5
26-40	30,7	23,0	30,3	30,4	30,9	27,1	38,9	41,5	31,6	28,8
41-50	29,1	19,8	29,2	28,8	30,7	27,7	41,3	39,8	35,6	32,3
51-60	19,9	18,0	26,0	33,4	31,4	28,5	42,9	44,8	30,4	21,0
Более 60	20,8	16,5	27,6	25,6	26,9	25,3	37,8	34,9	24,9	20,8
В среднем	24,4	21,4	27,6	28,5	27,8	25,9	35,8	38,5	30,8	26,8

Таблица 40

**Влияние пола и возраста на суточные затраты времени
при передвижениях, мин**

Воз- раст, лет	Алма-Ата		Семипала- тинск		Усть-Каме- ногорск		Кустанай		Уральск	
	1984		1985		1980		1986		1980	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
7 - 13	35,0	37,0	45,9	57,7	58,8	58,0	58,7	61,2	46,5	42,0
14-17	57,6	54,5	69,3	66,2	70,6	62,2	79,5	91,8	76,9	67,4
18-25	92,3	97,3	89,0	92,2	100,3	89,8	116,9	130,5	104,0	95,5
26-40	81,5	73,9	87,0	85,4	85,0	83,0	116,7	129,9	89,7	89,9
41-50	72,1	60,8	82,3	80,1	84,5	78,2	102,8	111,8	95,8	94,3
51-60	54,6	55,8	74,1	88,4	71,5	81,3	103,8	107,5	72,7	55,9
Более 60	53,5	46,3	62,6	60,2	64,1	66,7	92,2	88,0	65,0	63,6
В среднем	68,2	67,9	75,6	78,7	80,0	77,0	99,2	108,6	87,2	80,1

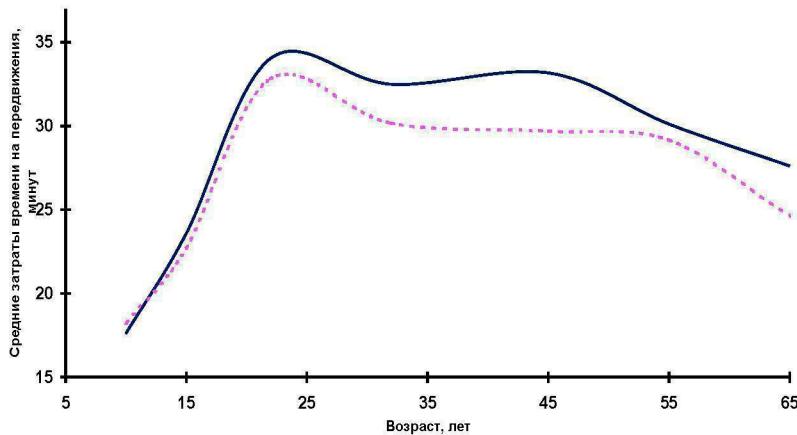


Рис.21 Влияние пола и возраста на средние затраты времени на передвижение:

(— Мужчины ; - - Женщины)

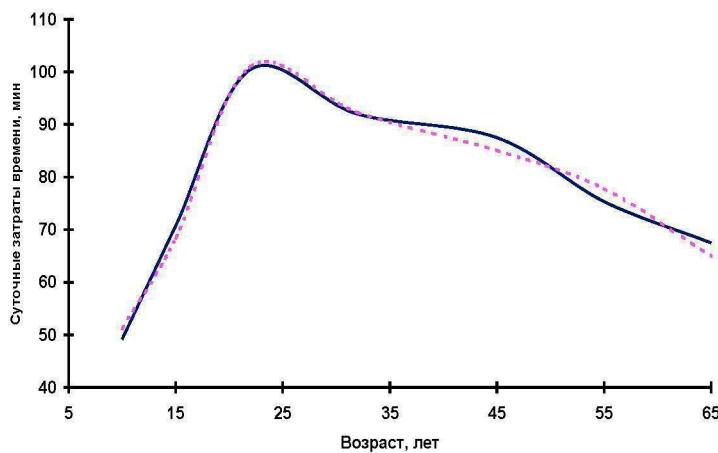


Рис. 22 Влияние пола и возраста на суточные затраты времени при передвижениях:

(— Мужчины ; - - Женщины)

Максимальные суточные затраты времени на передвижения характерны для возрастной группы 17-25 лет, что вполне естественно. С увеличением возраста суммарные суточные затраты времени на передвижения уменьшаются.

Анализ влияния пола и возраста на среднюю дальность и средние затраты времени позволил оценить влияние этих факторов на скорость передвижения (табл.41 и рис.23). У мужчин скорость передвижения растет, начиная с подросткового возраста и достигает максимума в возрастных группах 41-50 и 51-60 лет; у женщин пик скоростей передвижения приходится на более ранний возраст (26-40 лет). У мужчин в среднем скорость передвижения выше, чем у женщин на 15,5%.

Таблица 41

Влияние пола и возраста на среднюю скорость передвижения, км/ч

Воз- раст, лет	Алма-Ата		Семипала- тинск		Усть-Каме- ногорск		Кустанай		Уральск	
	1984		1985		1980		1986		1980	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
7 - 13	6,83	5,45	7,06	6,61	5,58	6,37	5,61	5,83	5,12	4,19
14-17	7,00	6,48	8,36	8,09	6,89	7,24	7,43	6,65	6,80	5,73
18-25	9,92	9,51	9,94	8,06	9,09	7,01	7,52	7,71	7,55	6,92
26-40	11,48	10,56	9,90	9,30	8,78	8,65	8,27	6,69	7,42	5,54
41-50	12,78	9,38	11,20	8,81	9,02	7,75	8,05	6,68	8,34	5,35
51-60	5,92	6,96	11,58	8,21	9,24	7,02	6,43	6,90	5,86	5,14
Более 60	7,18	6,51	10,37	6,26	7,38	7,08	6,49	6,19	5,20	4,38
В сред- нем	10,33	8,94	9,70	8,02	8,51	7,68	7,48	6,98	7,27	7,41

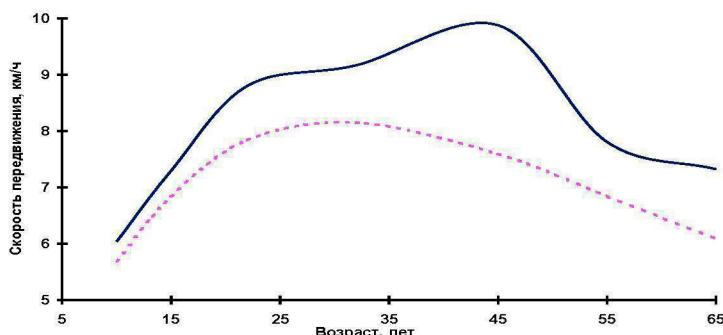


Рис.23 Влияние пола и возраста на среднюю скорость передвижения:

(— Мужчины ; - - Женщины)

4. Анализ пространственно-временной неравномерности внутригородских передвижений

4.1. Анализ целевой и направленческой структуры внутригородских передвижений

В транспортных расчетах определяющими принято считать передвижения из дома на работу, закономерности совершения которых изучены сравнительно хорошо. К сожалению, структура передвижений по направлениям (прямых - из дома на работу и не на работу, не из дома на работу и не на работу, возвратных), а также пространственно-временные закономерности реализации каждой из этих групп передвижений изучены недостаточно.

Анализ (табл.42), проведенный в 13 городах Урала и Казахстана, показал, что соотношение прямых и возвратных передвижений мало зависит от численности населения города и его особенностей. Так, в Перми и Екатеринбурге удельный вес прямых передвижений составлял 59,7 и 56,6%; в Оренбурге, Усть-Каменогорске и Уральске - соответственно 57,2 - 54,7 - 55,9%. Таким образом, удельный вес прямых передвижений колеблется от 55 до 60% при диапазоне численности населения в рассмотренных городах 167 - 1058 тыс. жителей. Как видно из табл.42, в составе прямых передвижений преобладают передвижения - из дома, удельный вес которых колеблется от 40 до 46% всех передвижений или от 70 до 80-85 прямых передвижений (рис.16). Очевидно, что в крупных и крупнейших городах удельный вес прямых передвижений (из дома) и возвратных (домой) в рабочие дни в основном будет совпадать. Не случайно в табл.43 расхождения этих показателей (и при том незначительные) отмечаются для городов с населением до 300 тыс. жителей.

Приведенные в табл.42 данные относятся ко всей совокупности передвижений, т.е. не учитывают способа их совершения. Рассмотрим, отражается ли это обстоятельство на структуре передвижений по направлениям (табл.43) на примере пяти городов: Перми, Оренбурга, Усть-Каменогорска, Уральска и Кустаная.

Удельный вес прямых передвижений пешком несколько больше, чем при поездках, а при возвратных передвижениях - наоборот (исключение составляет Усть-Каменогорск, где показатели близки). Структура прямых передвижений по направлениям в значительной степени зависит от способа передвижения. Так, в Перми удельный вес поездок "из дома"

Таблица 42

Структура внутригородских передвижений по направлениям и целям в городах Урала и Казахстана, %

Направления движения	Екатеринбург (Свердловск)	Пермь	Алма-Ата	Оренбург	Чимкент	Павлодар	Усть-Каменогорск	Кустанай	Темиртау	Семипалатинск	Уральск	Актюбинск	Экибастуз
	1965	1974	1984	1973	1977	1982	1980	1986	1976	1985	1979	1976	1985
Прямые: в т.ч.													
из дома:	56,6	59,7	58,6	57,2	55,8	57,3	54,8	56,6	55,6	57,6	55,9	58,2	54,2
на работу	43,4	40,4	42,3	42,9	44,8	44	45,7	43,8	45	43,8	44,4	41,7	45,5
не на работу	-	25	21,9	28,2	22	25,4	22,1	27,3	16,4	25,1	29,2	18	24,9
не из дома													
на работу	13,2	19,3	16,3	14,3	11	13,3	9,1	12,8	10,6	13,8	11,5	16,5	8,7
не на работу	-	-	2,8	-	1	1,5	1,1	2,2	0,4	2,8	1,4	2,9	1,4
Возвратные (домой)													
из мест работы	43,4	40,3	41,4	42,8	44,2	42,7	45,2	43,4	44,4	42,4	44,1	41,8	45,8
культбыта	-	-	16,6	-	-	-	19,2	21,9	-	21	-	-	23
из других мест	-	-	24,5	-	-	-	24,5	20,7	-	21	-	-	21,8
ВСЕГО	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Коэффициент возвратности	1,77	1,68	1,71	1,75	1,79	1,75	1,83	1,77	1,74	1,79	1,72	1,85	1,85

составляет 42,8% всех поездок, а при пешеходных передвижениях - 37,7%; удельный вес прямых передвижений "не из дома" различается при передвижениях пешком и на транспорте в 1,2 - 2,4 раза.

Таблица 43
Влияние способа совершения передвижения на их структуру
по направлениям, %

Направления передвижения	Пермь		Оренбург		Усть-Каменогорск		Уральск		Кустанай	
	П	Т	П	Т	П	Т	П	Т	П	Т
Прямые, в т.ч.	60,6	58,9	58,0	56,0	54,2	55,1	56,8	54,2	56,8	56,3
из дома :	37,7	42,8	41,8	44,4	44,2	46,7	42,3	48,1	42,5	45,0
на работу	20,6	29,1	26,6	30,4	20,2	23,5	24,6	37,2	25,4	29,0
не на работу	17,1	13,7	15,2	14,0	24,0	23,2	17,7	10,9	17,1	16,0
не из дома	22,9	16,1	16,2	11,6	10,0	8,4	14,5	6,1	14,3	11,3
Возвратные	39,4	41,1	42,0	44,0	45,8	44,9	43,2	45,8	43,2	43,7
Коэффициент возвратности	1,65	1,70	1,72	1,79	1,84	1,82	1,76	1,84	1,76	1,78

Примечание: П - пешком; Т - на транспорте.

Вполне естественно, что при анализе структуры передвижений с учетом способа их совершения обнаружился дисбаланс удельного веса отправлений из дома и прибытия в него. В целом отмечается тенденция увеличения коэффициента возвратности с уменьшением величины города, которая нуждается в дополнительной проверке. Гипотеза может быть сформулирована следующим образом: в крупных многофункциональных городах цепочки передвижений более длинные, чем в больших городах; следовательно, коэффициент возвратности в крупных городах меньше,

чем в средних и больших городах. М.И.Каган¹ ранее высказала предложение о том, что удельный вес возвратных передвижений для одного и того же города во времени уменьшается.

Существенным моментом анализа распределения передвижений по направлениям является проверка влияния структурных групп населения на распределение. Анализ данных табл.44 позволяет сделать следующие выводы: длина цепочек передвижений наибольшая у студентов и наименьшая у рабочих, служащих, ИТР; удельный вес передвижений "из дома" уменьшается от социальной группы, имеющей фиксированное время работы (рабочие), к группе с наибольшим балансом свободного времени (студенты), а удельный вес передвижений "не из дома" - наоборот возрастает. В то же время нельзя не отметить различие в структуре передвижений "из дома" для отдельных групп населения. Так как удельный вес студентов почти во всех городах сравнительно небольшой, а различия в структуре передвижений в первой (рабочие, служащие, ИТР) и третьей (пенсионеры, домохозяйки, школьники) группе не существенны, то для практических расчетов эту структуру можно принимать единой для города в целом.

Таблица 44
Влияние структурной группы населения на распределение
передвижений по направлениям, %

Цель передвижения	Рабочие и служащие			Студенты	Пенсионеры и домохозяйки		
	Алма-Ата	Алма-Ата	Оренбург	Оренбург	Алма-Ата	Алма-Ата	Оренбург
	1984	1986	1974	1974	1984	1986	1974
Прямые, в т.ч.							
из дома :	60,6	58,9	53,9	59,9	59,3	56,7	57,3
на работу	40,4	43,0	43,2	40,1	41,9	45,8	42,7
не на работу	24,2	27,2	31,2	25,9	0,4	0,6	16,2
не из дома:	16,2	15,8	12,0	14,2	41,5	45,2	26,5
на работу	20,2	15,9	13,7	19,8	17,4	10,9	14,6
не на работу	4,2	3,6	2,0	1,8	0,2	0,1	2,4
Возвратные	16,0	12,3	11,7	18,0	17,2	10,8	12,2
из мест труда	39,4	41,1	43,1	40,1	40,7	43,3	42,7
ВСЕГО	17,9	22,0			0,4	0,4	
	100	100	100	100	100	100	100

¹ Каган М.И Подвижность городского населения и транспортная система города // Автореф. дис... канд.техн.наук. - М: ЦНИИПГрадостроительства, 1978. - 19с.

Традиционно расчеты транспортно-градостроительной загрузки городских путей сообщения осуществляются на средние или средние рабочие сутки. Однако структура внутригородских передвижений (поездок) меняется по дням недели, периодам, часам суток и даже внутри часов. В связи с этим ниже анализируются изменения целевой структуры передвижений по дням недели. Объектом исследований явились Алма-Ата, Оренбург. Рассмотрены три социальные группы: работающие (рабочие и служащие), студенты и неработающие (пенсионеры и домохозяйки). Сравнительный анализ материалов (табл.44) показал, что структура передвижений по направлениям и целям для одной и той же социальной группы практически одинаковы.

В среднем в рабочий день у рабочих и служащих удельный вес трудовых передвижений при поездках составляет 44,4%, а при передвижениях пешком - только 20,9%. У пенсионеров и домохозяек удельный вес трудовых передвижений составляет при передвижениях пешком 0,6%, при поездках - 0,2%. Таким образом, у работающего населения более 55% поездок и примерно 80% пешеходных передвижений совершаются по нетрудовым целям, а у неработающего населения практически 100% всех передвижений являются нетрудовыми.

У рабочих и служащих удельный вес трудовых передвижений в субботу по сравнению с рабочими днями уменьшается в 2,7 раза, а в воскресенье - в 15 раз (табл.45).

Таблица 45
Целевая структура внутригородских передвижений
в зависимости от дня недели (Алма-Ата)

Социальная группа	Цель передвижений	Рабочие дни	Суббота	Воскресенье
Рабочие и служащие	Трудовые	38,8	14,4	2,6
	Нетрудовые	61,2	86,6	97,4
Пенсионеры и домохозяйки	Трудовые	0,4	0	1,1
	Нетрудовые	99,6	100	98,9

У работающего населения коэффициенты пользования транспортом по трудовым целям не зависят от дня недели и колеблются от 0,84 до 0,88. По нетрудовым целям отмечается увеличение коэффициента

Таблица 46

Целевая структура подвижности в зависимости от пункта отправления (Усть – Каменогорск), %

Способ передвижения	День недели	Трудовые		Деловые		Культурно-бытовые		Возвратные				Всего	Подвижность	Коэффициент возвратности
		1	2	1	2	1	2	из мест работы	из объектов культбыта	из прочих мест	итого			
Пешком	Будни	22	1,2	0,2	0,3	21,4	9,4	19,9	24,1	1,5	45,5	100	1,29	1,83
	Выходные	11,4	0,4	-	-	36	5,2	10,3	36	0,7	47	100	1,11	1,89
На транспорте	В среднем	20,2	1,1	0,2	0,2	23,8	8,7	18,3	26,1	1,4	45,8	100	1,25	1,84
	Будни	27,6	1,4	0,9	1	17,9	6,8	23,3	19,5	1,6	44,4	100	1,65	1,80
Всеми способами	Выходные	6,6	0,2	0,5	0,2	40,9	4,7	5,9	39,3	1,7	46,9	100	1,74	1,88
	В среднем	23,5	1,1	0,8	0,9	22,4	6,4	20	23,3	1,6	44,9	100	1,67	1,82
	Будние	25,2	1,3	0,6	0,7	19,4	7,9	21,8	21,5	1,6	44,9	100	2,94	1,82
	Выходные	8,5	0,3	0,3	0,1	39	4,9	7,6	38	1,3	46,9	100	2,85	1,88
	В среднем	22,1	1,1	0,6	0,6	23	7,4	19,2	24,5	1,5	45,2	100	2,92	1,83

пользования транспортом в воскресные дни (0,75) по сравнению с рабочими днями и субботой (0,66-0,69). У неработающего населения коэффициент пользования транспортом по нетрудовым целям увеличивается от рабочих дней к выходным дням: в средний рабочий день - 0,47; в субботу - 0,58; в воскресенье - 0,60.

Самостоятельный интерес представляет целевая структура нетрудовых передвижений, куда включены деловые, культурно-бытовые и возвратные. В рабочие дни у работающего населения удельный вес возвратных передвижений в общей совокупности нетрудовых передвижений составляет 65,9%, культурно-бытовых - 33% и деловых - 1,1% (итого 100%). В субботу и воскресенье удельный вес возвратных передвижений уменьшается соответственно до 49,6% и 45,2%, а культурно-бытовых - возрастает. Деловые передвижения отмечаются только в рабочие дни.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости учета целевой структуры передвижений в разные дни недели, особенно при разработке схемы маршрутизации ГПТ.

В целом же целевая структура подвижности (но не сама подвижность) весьма существенно зависит от дня недели (табл.46). В будние дни при передвижениях пешком удельный вес трудовых передвижений в два раза, а при передвижениях на транспорте - в четыре раза выше, чем в выходные дни. И наоборот: культурно-бытовая подвижность в будние дни при передвижениях пешком и на транспорте составляет 75 и 54% от показателя выходных дней.

Особым фактором является соотношение передвижений "из дома" и "не из дома". Отметим, что если всю совокупность прямых передвижений "из дома" принять за 100%, то на долю трудовых передвижений, например, в Уральске приходилось 65,7%, а на долю нетрудовых - 34,3%. Анализ структуры передвижений "не из дома" дал обратный результат: трудовые - 12,3%, нетрудовые - 87,7%.

Важным показателем является временная устойчивость структуры передвижений по направлениям. Данные табл.47 свидетельствуют о том, что эта структура по дням недели практически не меняется, хотя в воскресенье удельный вес прямых передвижений меньше, а возвратных больше, чем за неделю в целом.

Рассмотренная выше структура передвижений по направлениям не увязана с целью передвижений, т.е. с их целевой структурой. Как видно

из таблицы 48, целевая структура передвижений тесно связана с направлением движения: если доля трудовых передвижений “из дома” достигала 65,7% передвижений “из дома” (29,2% всех передвижений), трудовые передвижения “не из дома” составили только 12,3% этой группы передвижений (или 1,4% всех передвижений).

Таблица 47
Изменение структуры передвижений всеми способами
по дням недели (Уральск), %

Направление передвижения	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскресенье
Прямые, в т.ч.							
из дома:	56,2	56,2	57,2	55,7	55,6	55,7	54,7
на работу	44,7	44,1	43,0	44,3	45,2	43,9	45,7
не на работу	30,6	29,5	25,3	30,3	29,4	31,9	27,4
не из дома	14,1	14,6	17,7	14,0	15,8	12,0	18,3
Возвратные	11,5	12,1	14,2	11,4	10,4	11,8	9,0
Коэффициент возвратности	43,8	43,8	42,8	44,3	44,4	44,3	45,3
	1,78	1,79	1,75	1,80	1,80	1,80	1,83

Таблица 48
Целевая структура прямых и возвратных передвижений
(Уральск), %

Цель передвижения	Прямые			Возвратные	Все передвижения
	из дома	не из дома	все прямые		
Трудовые	65,7	12,3	54,9	54,9	54,9
Не трудовые	34,3	87,7	45,1	45,1	45,1
деловые	0,4	2,2	0,6	1,1	0,8
культурно-бытовые	33,9	85,5	44,5	44,0	44,3
ИТОГО	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Целевая структура прямых передвижений “из дома”, “не из дома” и возвратных мало меняется в будние дни недели. Так, удельный вес передвижений к местам работы в общем количестве передвижений “из дома”

колеблется от 58,9% в среду до 68,4% в понедельник или четверг (табл.49).

Если прямые нетрудовые передвижения в любой день недели принять за 100%, то "из дома" совершается 60,1%, а "не из дома" - 39,9% таких передвижений. Очевидно, что в зависимости от цели передвижения и его направления будет в определенной мере меняться способ передвижения. Взаимосвязь этих признаков можно охарактеризовать коэффициентом пользования транспортом (табл. 49).

Данные табл. 50 наглядно свидетельствуют о том, что не учет при расчетах пассажиропотоков особенностей структуры передвижений по целям и направлениям, может привести к грубым ошибкам в определении нагрузки на линиях городского пассажирского транспорта.

Таблица 49
Изменение целевой структуры прямых и возвратных
передвижений
по дням недели (Уральск), %

Дни недели	Прямые						Возвратные		
	из дома			не из дома			трудо- вые	не трудо- вые	итого
	трудо- вые	не тру- довые	итого	трудо- вые	не тру- довые	итого			
Понедельник	68,4	31,6	100	8,9	91,1	100	58,7	41,3	100
Вторник	66,8	33,2	100	9,9	91,0	100	55,4	44,6	100
Среда	58,9	41,1	100	15,4	84,6	100	48,5	51,5	100
Четверг	68,4	31,6	100	13,6	86,4	100	58,1	41,9	100
Пятница	65,0	35,0	100	11,2	88,8	100	54,5	45,5	100
Суббота	72,8	27,2	100	13,4	86,6	100	59,9	40,1	100
Воскресенье	59,9	40,1	100	13,6	86,4	100	49,5	50,5	100
В среднем за неделю	65,7	34,3	100	12,3	87,7	100	54,9	45,1	100

Таблица 50

Коэффициент пользования транспортом в зависимости от цели и направления передвижений

Направления передвижения	Трудовые	Нетрудовые	По всем целям
Прямые из дома	0,450	0,237	0,353
	0,465	0,260	0,394
	0,144	0,202	0,194
Возвратные	0,469	0,268	0,378
По всем передвижениям	0,458	0,250	0,364

4.2. Динамика внутригородского расселения

Применяемые в настоящее время для расчетов загрузки сетей массового пассажирского транспорта городов модели различаются в основном способом учета расселения населения. В проектной практике используются кривые трех видов: 1) распределение передвижений по затратам времени и/или дальности; 2) распределение населения и трудающихся по затратам (зонам) времени или дальности; 3) кривые относительной густоты тяготения (d_{ij}).

Кривая $d_{it} = f(t)$ получается путем обработки материалов анкетного обследования передвижений; при этом t - полные затраты времени "от двери до двери". Кривая $d_{il} = f(L)$ имеет две разновидности. Первая получается следующим образом: 1) по данным о сети ГПТ определяют кратчайший по L путь между i и j . Корреспонденции между каждой парой расчетных транспортных районов относят к кратчайшему пути. Группируя передвижения по длине с интервалом в 1 км, получают кривую распределения передвижений по дальности. Более корректно эту задачу решают так: между i и j отыскивают кратчайший по затратам времени (t) путь; далее определяют длину этого пути $\min L_{ij(t)}$. Последующие операции не отличаются от рассмотренного выше случая. Следует отметить, что области использования кривых d_{it} и d_{il} разные. Первая может использоваться для характеристики современного состояния системы ГПТ, расчета средних затрат времени на поездку и т.п. Вторая может использоваться при конструировании сети ГПТ. Разновидностью диффе-

Таблица 51 Расчетные кривые относительной густоты трудового тяготения

Город	Год обсле-дования	T _{max}	Уравнение	Ранг кривой	Коэффициенты				
					корреля-ции r	детер-мина-ции r ²	надежности		адекват-ности F
								t _r	t _z
Караганда	1965	100	d=exp[4,032-0,060T]	2	0,980	0,960	13,772	6,050	21,965
		90	d=exp[3,869-0,054T]	2	0,987	0,967	16,428	6,186	34,611
	1975	60	d=exp[4,159-0,065T]	2	0,993	0,985	16,590	4,871	55,843
		100	d=exp[3,727-0,042T]	1	0,995	0,990	29,153	8,012	95,323
Чимкент	1966	60	d=exp[4,164-0,061T]	2	0,989	0,978	13,435	4,509	36,902
	1978	70	d=exp[3,620-0,034T]	3	0,963	0,927	7,996	3,973	11,488
Усть-Камено-ногорск	1967	80	d=exp[3,910-0,051T]	1	0,991	0,982	18,480	6,078	49,645
			d=exp[4,036-0,055T]			0,989	0,978	13,354	4,499
Семипала-тинск	1970	60	d=exp[4,086-0,060T]	1	0,989	0,978	13,420	4,507	36,819
			d=exp[3,630-0,032T]			0,986	0,972	12,029	4,320
Целиноград	1973	70	d=exp[3,534-0,030T]	2	0,976	0,952	10,010	4,409	17,538
			d=exp[3,505-0,027T]			0,969	0,939	7,811	3,588
Джамбул	1973	60	d=exp[3,781-0,040T]	1	1,000	1,000	727,636	11,414	106374
Петропавловск	1970	60	d=exp[4,383-0,073T]	2	0,990	0,980	14,370	4,624	42,100
Семипала-тинск	1970	60	d=exp[4,086-0,060T]	1	0,989	0,978	13,420	4,507	36,819
Чимкент	1966	60	d=exp[4,164-0,061T]	2	0,989	0,978	13,435	4,509	36,902
	1978	70	d=exp[3,620-0,034T]	3	0,963	0,927	7,996	3,973	11,488
Ермак	1971	50	d=exp[4,355-0,075T]	1	0,992	0,984	14,042	3,945	50,043
Актюбинск	1977	60	d=exp[4,067-0,054T]	2	0,978	0,956	9,385	3,898	18,415

Примечания: 1) расчеты выполнены по шести кривым ; лучшей аппроксимации присвоен ранг 1; 2) для сравнения: кривая относительной густоты тяготения для Караганды 1975 года по Лившицу-Абрамовичу имеет вид : d_{ij} = exp[-1,43T^{0,098}], а в КТС была принята по А.М.Якшину d_{ij}=1/T²

ренирования передвижений по дальности является распределение маршрутных поездок, получаемое путем обработки материалов обследований пассажиропотоков.

Для получения кривых распределения населения и трудящихся по затратам времени T или дальности L на плане города строят изохроны-граммы и (или) изодистанты. Подсчитанная численность населения (трудящихся) в интервале между T_i и T_{i+1} (L_i и L_{i+1}) и относится к общему количеству населения (трудящихся). Такие кривые получили название кривых расселения. Недостатком кривых расселения является неучет селитебной емкости рассматриваемых зон между каждой парой изохрон (изодистант).

В связи с этим Ю.З.Шершевский [184] и В.Г.Давидович [99, 100] предложили метод получения кривых относительно густоты тяготения. Для данной зоны, ограниченной изохронами (изодистантами) i , $i + 1$, определяется численность трудящихся, расселившихся в данной зоне в расчете на 1000 жителей той же зоны. Этот показатель относится к среднему по городу показателю. Для сопоставления кривых d_{ij} по разным зонам и городам показатели по зонам суммируются и приводятся к 100%.

В перспективных расчетах по принятой в стране гравитационной модели используется кривая $d_{ij}=f(T)$. Фактические кривые трудового расселения, получаемые в результате обработки материалов обследований передвижений аппроксимируются, как свидетельствует практика, различными функциями, корректируются с учетом расчетного срока и в дальнейшем используются для прогнозирования. Накопленный в настоящее время опыт проведения и обработки материалов обследований передвижений и расселения позволяет изучить характер изменения кривых относительной густоты тяготения за определенный период под влиянием факторов развития города и его транспортной системы. При этом следует обратить внимание на два обстоятельства. Кривые распределения передвижений населения по интервалам времени и кривые распределения населения по зонам времени, как показано Ф.Г.Гликом [87], существенно различаются и по содержанию, и по характеру (при планировании развития транспортной сети ГПТ используется вторая кривая). Если кривая распределения передвижений по затратам времени строится по данным респондентов (при этом происходит определенный сдвиг информации [16]), то кривые относительной густоты расселения строят-

ся в увязке с транспортно-эксплуатационными характеристиками сети ГПТ.

Отметим, что сложилась устойчивое представление о том, что кривые относительной густоты тяготения по разным городам существенно различаются. Опыт исследований и расчетов позволил автору высказать гипотезу о том, что на самом деле кривая тяготения для городов едина, а фактические отклонения от нее вызваны локальными особенностями и методами обработки информации. Для подтверждения этой гипотезы анализ динамики кривых трудового расселения выполнен на примере городов Казахстана, где с 1965г. обследования проводились одной и той же организацией (Казгипрокоммунстрой) по одной и той же методике [68].

В табл.53 приведены полученные нами расчетные кривые относительной густоты тяготения по городам Казахстана. Как и следовало ожидать, наилучшая аппроксимация для 10-минутного интервала имеет вид:

$$d_{ij} = e^{b-aT} = e^b e^{-aT} \quad (116)$$

Результаты расчетов, приведенные в табл.53, позволили предположить, что величины "a" и "b" в формуле (116) взаимосвязаны. Нами установлено, что $b=f(a)$, и $a=\varphi(b)$ - табл.52.

Таблица 52
Взаимосвязь параметров "a" и "b" в формуле (116)

Предельные затраты времени	Связь	Уравнение	r	t _r	t _z	F
Не ограничены	$b = f(a)$ $a = \varphi(b)$	$b = 18,601a + 2,995$ $a = 0,051b - 0,150$	0,975 0,975	16,908 16,908	8,156 8,156	18,805 18,805
$T_{\max} = 60\text{мин}$	$b = f(a)$ $a = \varphi(b)$	$b = 17,953a + 3,041$ $a = 0,0552b - 0,167$	0,995 0,995	27,366 27,366	7,426 7,426	94,484 94,484

Как видно из табл.52, уровень корреляции связи несколько выше в том случае, если рассматриваются города с одинаковым T_{\max} . Однако формулы $b=f(a)$ при $T_{\max} = 60$ мин и при переменном значении максимальных затрат времени практически одинаковы.

Из формулы (116) очевидно, что в предельном случае при $T=0$ выражение e^b должно равняться 100%, т.е. $b = 4,605$. Тогда по формуле $a=\varphi(b)$:

$$\text{при } T_{\max} = 60 \text{ минут} \quad a = 0,055 \times 4,605 - 0,167 = 0,086,$$

$$a \text{ при } T_{\max} = \text{const} \quad a = 0,051 \times 4,605 - 0,150 = 0,085.$$

Следует отметить, что Ю.Я. Каяри [121] была выполнена серия расчетов матрицы корреспонденций (с балансировкой) с шагом величины "a", равным 0,002 ($d_{ij} = e^{-aT}$) при $0 < a < 1$; расчетные матрицы сопоставлялись с фактической матрицей корреспонденций при числе районов $n=20$. Установлено, что с ростом a стандартное отклонение σ_x сбалансированной матрицы уменьшается. Оптимальное значение σ_x получено при $a = 0,084-0,086$; оптимальное значение коэффициента корреляции расчетной и фактической матрицы (корреляция прогноза на факт) получено при $a = 0,088-0,092$. Таким образом, наши расчеты, выполненные другим методом, и расчеты, сделанные Ю.Я.Каяри, дали одинаковые результаты. В общем случае $a = \alpha(b - 3)$, где $\alpha = 0,055$.

Итак, в отличие от общепринятой точки зрения о том, что единная расчетная кривая относительной густоты расселения отсутствует, мы пришли к выводу о том, что такая кривая существует (рис.24):

$$d_{ij} = 100 e^{-0,085 T_{ij}} \quad (117)$$

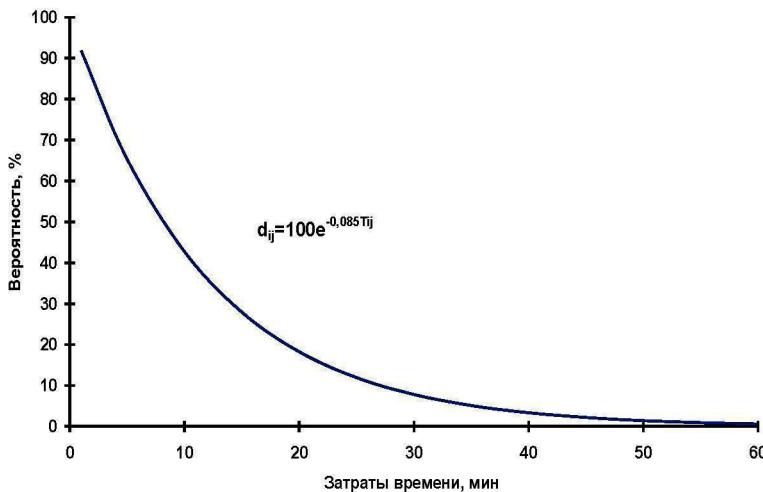


Рис. 24 Теоретическая кривая относительной густоты трудового тяготения

Отклонения от нее по городам были вызваны различиями в методах обработки материалов обследований передвижений и расселения, а так-

же влиянием местных условий. Кривая (117) и должна являться расчетной при прогнозировании развития сети ГПТ.

Произведем независимую проверку полученных зависимостей $a=\varphi(b)$ по городам, не участвовавшим в выводе этих формул. По обследованиям 1965 г. в Свердловске кривая относительной густоты тяготения аппроксимирована формулой [103]:

$$d_{ij} = e^{4,244-0,07T} \quad (T_{\max} = 100 \text{ мин}) . \quad (118)$$

Тогда $a_p = 0,055(4,244 - 3) = 0,069$, т.е. с точностью до третьего знака после запятой совпадает со значением формулы (118).

По Чимкенту (обследования 1978г.)

$$d_{ij} = e^{3,6234T-0,034T} . \quad (119)$$

Тогда $a_p = 0,055(3,623 - 3) = 0,035$ при исходном значении $a=0,034$.

По Новосибирску - обследования 1968г. - кривая относительной густоты тяготения имела вид:

$$d_{ij} = e^{4,155-0,058T} \quad (120)$$

(кривая получена автором по материалам института Новосибгражданпроект). Тогда $a_p = 0,055(4,155 - 3) = 0,064$.

Таким образом, контрольные расчеты свидетельствуют о высокой степени достоверности полученных моделей. Тогда a_p в предельном случае будет равно:

$$a_p = 0,055(4,605 - 3) = 0,088.$$

4.3. Анализ закономерностей распределения передвижений с разными целями по дальности и затратам времени

Анализ распределения передвижений по дальности показал, что в зоне малых дальностей (до 1 км) концентрируется наибольшая доля всех передвижений. В анализируемых городах (табл.53) она варьирует от 27% в Усть-Каменогорске до 45,2% в городе-спутнике Темир-Тау. Основной же диапазон ординат кривой распределения передвижений по дальности составляет 27,6% - 33,1% и не зависит от людности города. Линейные размеры города несомненно оказывают влияние на предельные дальности передвижения. Так, в Перми - городе, вытянутом вдоль реки Кама, удельный вес передвижений с дальностью более 20 км составил по всем передвижениям 2,32%, по прямым передвижениям -

Таблица 53

Распределение передвижений по дальности, в %

Рассто- жение, км	Дифференциальная кривая					Интегральная кривая						
	Пер- мь	Акпо- бинск	Чим- кент	Усть- Каме- ногорск	Урал ьск	Темир -тау	Пермь	Акпо- бинск	Чим- кент	Усть- Каме- ногорск	Ура- льск	Темир- Тау
до 1	30,4	33,1	29	27,6	30,7	45,2	30,4	33,1	29,0	27,6	30,7	45,2
1 - 2	21,6	24,4	19,8	19,3	33,6	16,9	52,0	57,5	48,8	46,9	64,3	62,1
2 - 3	11,2	10,5	10,2	8,9	4,7	9,9	63,2	68,0	59,0	55,8	69,0	72,0
3 - 4	9,8	7,6	7,6	12,8	4,0	3,6	73,0	75,6	66,6	68,6	73,0	75,6
4 - 5	7,6	3,3	6,2	6,9	3,0	5,0	80,6	78,9	72,8	75,5	76,0	80,6
5 - 6	4,3	2,7	7,2	5,0	4,0	3,9	84,9	81,6	80,0	80,5	80,0	84,5
6 - 7	3,0	3,1	5,8	3,2	3,0	3,8	87,9	84,7	85,8	83,7	83,0	88,3
7 - 8	2,6	2,6	3,3	3,1	3,0	3,8	90,5	87,3	89,1	86,8	86,0	92,1
8 - 9	1,5	7,0	1,4	1,7	2,6	1,9	92,0	94,3	90,5	88,5	88,6	94,0
9 - 10	1,2	3,4	1,2	1,9	2,5	1,9	93,2	97,7	91,7	90,4	91,1	95,9
> 10	6,8	2,3	8,3	9,6	8,9	4,1	100	100	100	100	100	100

2,13%, а по возвратным - 2,59%. В то же время в Актюбинске и Усть-Каменогорске удельный вес передвижений с такой дальностью составил 0,1%, в Уральске - 0,3%, а в Чимкенте, где имеется удаленная на юго-восток мощная промзона, соответствовал показателю Перми - 2,1%.

Естественно, что характер кривых распределения передвижений по дальности зависит от способа передвижения, а соотношение пешеходных и транспортных передвижений - от степени развития маршрутной системы. В средних и крупных городах удельный вес пешеходных передвижений с дальностью до 2 км в общем количестве передвижений этим способом всегда более 90% (диапазон 92,2-97,1%), а в крупнейших - более 80%. Отметим, что закономерности "коротких" передвижений до сих пор изучены недостаточно.

Если кривые распределения пешеходных передвижений по дальности монотонно убывают, то кривые распределения передвижений с использованием транспорта имеют максимум в интервале $(1-2)/(2-3)$ км (как правило, в крупнейших городах, т.е. кривая "сдвинута" влево) или $(2-3)/(3-4)$ км (как правило, в больших и крупных городах). Так, в Перми транспортные передвижения до 2 км составляют 24,5% (до 1 км всех поездок - 8,2%), а в Актюбинске, Чимкенте, Уральске этот показатель колебался от 7,1 до 11,1% (до 1 км - от 0,5 до 3,3%). Коэффициент вариации дальностей поездок по городам различается несущественно (см.4.2.3.).

На рис.25 приведены интегральные кривые распределения передвижений по дальности с указанием верхних и нижних границ доверительных интервалов. Анализ показал, что для одного и того же города (и способа передвижения) кривые распределения прямых и возвратных передвижений по дальности не отличаются. Удельный вес возвратных передвижений в общем их количестве с увеличением дальности передвижений возрастает. Например, по Перми в интервале до 1 км удельный вес возвратных передвижений составлял 39,9% всех передвижений той же дальности; в интервале 5-6 км - 42,7%; в интервале 10-11 км - 47,4%.

Основным фактором при совершении поездок на ГПТ является фактор времени (5.1). В связи с этим рассмотрим распределение передвижений по затратам времени (табл.54). Пик дифференциальных кривых распределения передвижений по затратам времени приходится на интервал 10-20 минут и колеблется от 25,7 до 40,6% (среднее значение по рассматриваемым городам - 32,8%). Доверительные интервалы распре-

деления по затратам времени (см. интегральные кривые на рис. 26) значительно уже, чем при распределении передвижений по дальности, что вполне естественно.

Цели передвижений (типы передвижений) тесно связаны с затратами времени на их совершение. Однако для количественного описания этой связи нужна специальная методика. Ее суть состоит в том, что общая совокупность передвижений дезагрегируется на частные совокупности, соответствующие интервалам затрат времени до 10, от 10 до 20 минут и т.д. В более общем случае временные интервалы могут быть равными 5, 10, 15, 20, 30 минутам в зависимости от целей решаемых задач. Для каждой частной совокупности может быть рассчитана целевая и направленческая структура подвижности, вся совокупность показателей, характеризующих подвижность (коэффициенты пользования транспортом при раздельной обработке подмножеств пешеходных и транспортных передвижений, попадающих в данный интервал времени, коэффициенты возвратности). Описанный выше методический прием значительно расширяет возможности выявления механизмов внутригородских передвижений и их количественного описания. Рассмотрим некоторые результаты, полученные с его помощью.

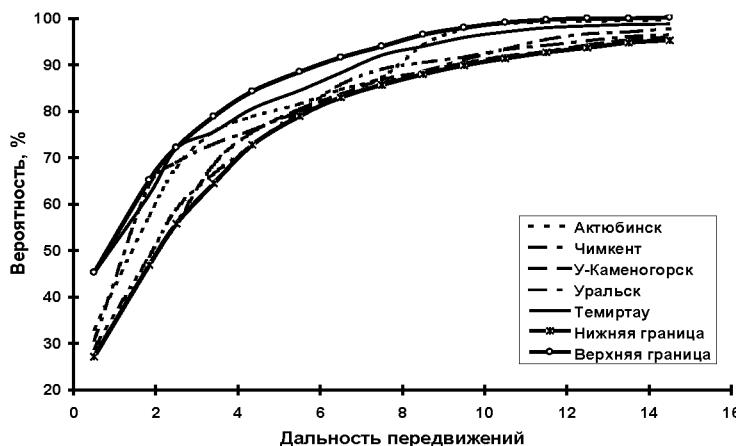


Рис. 25 Доверительные интервалы распределения передвижений по дальности (интегральные кривые)

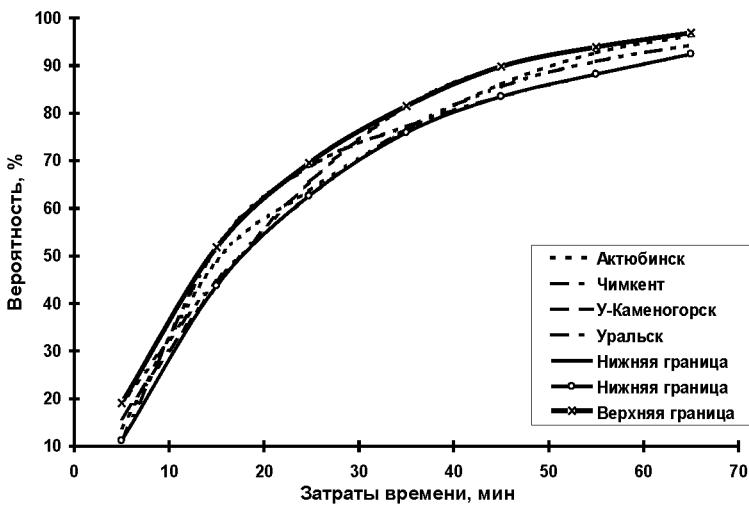


Рис. 26 Доверительные интервалы распределения передвижений по затратам времени (интегральные кривые)

Таблица 54
Распределение передвижений по затратам времени, %

Затраты времени, мин	Алма-Ата	Усть-Каменогорск	Семипалатинск	Кустанай	Уральск	Ак-тобинск	Чимкент	Темир-Тау
Дифференциальная кривая								
до 10	21,8	15,9	15,8	10,9	11,2	13,9	19,1	23,1
10-20	34,9	27,8	29,7	33,6	40,6	35,0	25,7	34,8
20-30	17,9	21,8	16,7	14,7	16,9	14,8	17,8	22,1
30-40	11,3	15,9	15,6	12,1	8,5	12,6	14,1	4,5
40-50	6,7	8,1	10,2	10,9	6,3	9,8	8,9	7,6
50-60	3,1	4,1	5,6	8,9	4,7	6,6	5,3	3,4
более 60	4,3	6,4	6,4	8,9	11,8	7,3	9,1	4,5
Интегральная кривая								
до 10	21,8	15,9	15,8	10,9	11,2	13,9	19,1	23,1
10-20	56,7	43,7	45,5	44,5	51,8	48,9	44,8	57,9
20-30	74,6	65,5	62,2	59,2	68,7	63,7	62,6	80
30-40	85,9	81,4	77,8	71,3	77,2	76,3	76,7	84,5
40-50	92,6	89,5	88,0	82,2	83,5	86,1	85,6	92,1
50-60	95,7	93,6	93,6	91,1	88,2	92,7	90,9	95,5
более 60	100	100	100	100	100	100	100	100

Удельный вес трудовых прямых передвижений в общем количестве передвижений с данными затратами времени (например, в интервалах затрат времени до 10, от 10 до 20 минут и т.д.) растет от интервалов малых затрат времени, где он равен в среднем по пяти проанализированным городам (Алма-Ата, Усть-Каменогорск, Семипалатинск, Кустанай, Уральск) 24,9% до 36% в интервале 50-60 минут, и только за пределами этого интервала уменьшается до 27,9%. Следовательно, имея кривую распределения передвижений по затратам времени (фактическую или расчетную) в абсолютных значениях (количество передвижений) и зная зависимость удельного веса трудовых передвижений (%) от затрат времени, можно выявить укрупненную целевую структуру подвижности при определенных затратах времени. Для рассматриваемых городов удельный вес трудовых передвижений в заданном интервале затрат времени Δt t изменяется по одной из следующих моделей (при $0 < t < 60$ минут):

$$\Delta'_{\text{т}} = 25,2 - 0,8464t + 0,4393t^2; (r = 0,988 \quad d = 97,6\%); \quad (121)$$

$$\Delta''_{\text{т}} = 22\exp\{0,076t\}; \quad (r = 0,957 \quad d = 91,7\%); \quad (121\text{а})$$

$$\Delta'''_{\text{т}} = 21,1 + 2,229t; \quad (r = 0,949 \quad d = 90,1\%). \quad (121\text{б})$$

Способ передвижения, естественно связан с целевой структурой передвижений. Так, удельный вес трудовых прямых передвижений, в среднем по исследованной совокупности городов составил в общей сумме пешеходных передвижений 24,1%, а при транспортных передвижениях - 30,7% (в среднем по всей совокупности - 27,2%).

Зависимость доли возвратных передвижений в общем количестве передвижений данной продолжительности от затрат времени (см. п.4.8). Другой задачей является дифференциация общего количества передвижений в заданном временном интервале на совокупность передвижений "из дома" и "не из дома", т.е. выявление влияния фактора затрат времени в структуре подвижности по пунктам отправления. Обработка данных по 10 городам позволила установить удельный вес поездок "из дома" в общем количестве поездок в каждом временном интервале раздельно для трудовых $\Delta_{\text{т(ид)}}$ и культурно-бытовых поездок $\Delta_{\text{кб(ид)}}$:

$$\Delta'_{\text{т(ид)}} = 72,6 + 1,193t^2 - 144 * 10^{-4} t^2; (r = 0,969 \quad d = 93,8\%); \quad (122)$$

$$\Delta''_{\text{т(ид)}} = 8,155\ln t + 65,5; \quad (r = 0,959 \quad d = 91,9\%); \quad (122\text{а})$$

$$\Delta'''_{\text{т(ид)}} = 67,5t^{0,1}; \quad (r = 0,953 \quad d = 90,8\%). \quad (122\text{б})$$

(уровень детерминации связи d во всех трех описаниях превосходит 90%)

$$\Delta'_{\text{кб(ид)}} = 45,8 + 1,194t - 131 * 10^{-4} t^2; (r = 0,997 \quad d = 99,4\%); \quad (123)$$

$$\Delta''_{\text{кб(ид)}} = 40,7t^{0,15}; \quad (r = 0,979 \quad d = 95,8\%); \quad (123\text{а})$$

$$\Delta'''_{\text{кб(ид)}} = 9,385\ln t + 36,5; \quad (r = 0,977 \quad d = 95,4\%). \quad (123\text{б})$$

(уровень детерминации связи d во всех трех описаниях превосходит 95%)

Приведенные выше модели действительны в диапазоне $0 < t < 60$ минут.

4.4. Структура затрат времени на передвижения

Уровень эффективности использования транспортных средств при передвижениях определяется отношением накладных затрат времени $t_{\text{н}}$ к полным затратам времени на передвижение T .

Обозначим время в подвижном составе через $t_{\text{пс}}$, а соотношение $t_{\text{пс}}/t_{\text{н}}$ через λ . Тогда

$$Y = t_{\text{н}}/(t_{\text{пс}} + t_{\text{н}}) = 1/(t_{\text{пс}}/t_{\text{н}} + 1) = 1/(1 + \lambda). \quad (124)$$

Рассмотрим соответствие фактических и “традиционных” данных (по шести городам) о структуре затрат времени на передвижение с использованием транспорта. Традиционно структура затрат времени на внутригородские передвижения (от двери до двери) с использованием ГПТ принимается следующей: подходы к и отходы от остановочных пунктов - 30%, ожидание - 20%, поездка - 50% [110]. Хотя в анкеты обследования передвижений традиционно включаются вопросы, связанные с выявлением элементов затрат времени на передвижения, они, как правило, для анализа качества обслуживания населения не используются. В связи с этим по шести городам Казахстана выполнен анализ структуры затрат времени. При анализе затрат времени на передвижение (поездку) возникает проблема исходной информации. Ранее выполненное исследование [16] показало, что отклонение фактических затрат времени от анкетных данных составляет в среднем $\pm 10\text{-}12\%$, а при пешеходных передвижениях уровень точности определения затрат времени существенно выше, чем при транспортных. Эти выводы подтверждаются исследованием в области спортивной медицины. Таким образом, данные о затратах времени на подход (отход) к линии ГПТ (остановочному пункту) могут рассматриваться как достоверные.

Сложнее обстоит дело с затратами времени на ожидание подвижного состава. В литературе имеются данные о том, что время ожидания “ценится” пассажиром примерно в 2-3 раза выше, чем время движения. В связи с этим можно предполагать завышение респондентами затрат времени на ожидание. Действительно, сопоставление средних затрат времени на ожидание подвижного состава со средним маршрутным интервалом t_m показывает, что $t_{ож} > t_m$. Поэтому в дальнейших расчетах величины $t_{ож}$ (полученные опросом) принимались с поправочным коэффициентом 0,5.

В процессе обследований передвижений выявлялись затраты времени на первую и вторую пересадки. Средние затраты времени на поездку принимались по материалам обследований при численности респондентов более 1000 человек.

Рассмотрим некоторые результаты расчетов элементов затрат времени на передвижение. Средние затраты времени на подход к остановочному пункту и отход от него для конкретного города одинаковы. Однако показатели в разных городах существенно различаются. Например, в Алма-Ате сумма затрат времени на подход и отход ($t_{но}$) составила

11,9 мин, а в Уральске - 15,7 мин. Удельный вес РТР, в которых средние затраты времени на подход (отход) выше средних по городу показателей, колебался от 33 до 55% (табл.55).

Таблица 55
Затраты времени на подход к остановочному пункту и отход
от него городах Казахстана, мин

Город	Подход				Отход			
	\bar{t}_n	диапазон min - max	кол-во РТР с $t_n > \bar{t}_n$	уд. вес, %	\bar{t}_{ot}	диапазон min - max	кол-во РТР с $t_n > \bar{t}_{ot}$	уд. вес, %
Алма-Ата	5,9	3,6 - 10,5	6	33	6,0	3,6 - 10,1	8	44
Усть-Каменогорск	6,0	4,9 - 12,6	6	33	5,8	4,8 - 10,1	6	33
Уральск	7,8	6,0 - 11,1	6	36	7,9	5,2 - 11,0	4	41
Кустанай	7,0	3,5 - 8,7	8	44	7,5	4,0 - 9,8	10	55
Семипалатинск	5,8	4,2 - 9,8	7	37	6,3	4,2 - 8,9	8	44
Экибастуз	7,1	-	-	-	7,8	-	-	-

Рассматриваемые города были разделены на две группы:

- 1) города, в которых средние затраты времени на передвижение меньше 40 минут (Алма-Ата, Усть-Каменогорск, Семипалатинск);
- 2) города со средними затратами времени более 40 минут (Уральск, Кустанай, Экибастуз).

В первой группе с уменьшением численности населения затраты времени на передвижение возрастают, во второй - уменьшаются. В среднем по городам первой группы с затратами времени на передвижение Т до 40 минут $t_{po} = 11,9$ мин, а по городам второй группы с $T > 40$ мин $t_{po} = 15$ мин.

Затраты времени на ожидание подвижного состава $t_{ож}$ колебались от 3,4 до 17,8 минуты, а средние величины по городам первой и второй групп составили 8,3 и 11,9 минуты. Чем выше средние по РТР затраты времени на подход к остановочному пункту, тем больше среднее время ожидания. Удельный вес РТР с $t_{ож} > \bar{t}_{ож}$ колебался от 33 до 50% (табл. 56).

Таблица 56
Затраты времени на ожидание подвижного состава, мин

Город	$\bar{t}_{ож}$	Диапазон min - max	Кол-во РТР с $t_{ож} > \bar{t}_{ож}$	Удельный вес %
Алма-Ата	6,4	3,8 - 11,5	8	44
Усть-Каменогорск	7,8	6,8 - 12,8	6	33
Уральск	13,0	3,4 - 17,6	8	41
Кустанай	11,4	8,1 - 17,8	7	37
Семипалатинск	10,6	5,1 - 13,7	9	50

Затраты времени на пересадку, рассчитанные с учетом коэффициентов пересадочности, вне зависимости от величины города составили в среднем 1,6-1,7 минуты (на одну поездку). Средние затраты времени собственно на поездку в первой и второй группах городов составили 14,3 и 17,3 минуты (табл.57).

Таблица 57
Элементы затрат времени на внутригородское передвижение, мин

Город	T	t_n	$t_{ож}$	$t_{езд}$	$t_{пер}$	$t_{отп}$	$K_{пер}$
Алма-Ата	34,1	5,9	6,4	14,8	1,6	6,0	1,25 / 1,15
Усть-Каменогорск	36,5	6,0	7,8	15,3	1,6	5,8	1,22 / 1,16
Семипалатинск	37,1	5,8	10,6	12,8	1,6	6,3	1,19 / 1,17
В среднем по трем городам с T<40 мин	36,1	5,9	8,3	14,3	1,6	6,0	
Экибастуз	42,8	7,1	11,4	14,6	1,9	7,8	1,32 / 1,05
Кустанай	44,1	7,0	11,4	17,2	1,0	7,5	1,10 / 1,07
Уральск	50,9	7,8	13,0	20,0	2,2	7,9	1,21 / 1,20
В среднем по трем городам с T>40 мин	45,9	7,3	11,9	17,3	1,7	7,7	
В среднем по шести городам	41,0	6,6	10,1	15,8	1,6	6,9	

Примечание: в числителе - по нашим расчетам, в знаменателе - по данным Гипрокоммунстроя

Структура затрат времени на передвижение с использованием ГПТ практически не зависит от величины города и характеризуется следую-

щими показателями затрат времени: 1) на пешеходную часть - 32,9% (подход к остановочному пункту - 16,1; на отход - 16,8%); 2) на ожидание подвижного состава и пересадку 24,6 и 3,9%; 3) на поездку в подвижном составе - 38,6%. Таким образом, накладные затраты времени составляют более 60%, а структура затрат времени на передвижение с использованием ГПТ существенно отличается от сложившихся представлений. Если же применить к $t_{ож}$ понижающий коэффициент 0,5, то полученная структура затрат времени будет близка к сложившимся представлениям: 32,9% - 16,2% - 50,9%

Материалы обследований внутригородских передвижений позволяют для каждого РТР путем сравнения фактических и нормативных (или средних по городу) элементов накладных расходов дать оценку качества обслуживания населения и разработать в схемах организации городского движения конкретные мероприятия.

4.5. Анализ влияния протяженности маршрута на среднюю дальность поездки (модели расчета средней дальности маршрутной поездки)

Планирование средней дальности поездки является одной из наиболее важных и сложных задач развития ГПТ. Важность задачи предопределется тем, что средняя дальность поездки на ГПТ - один из главных показателей, оказывающих влияние не только на расчет парка подвижного состава, но и на выбор его типов, организацию движения в целом по сети и на отдельных маршрутах. От средней дальности маршрутной поездки во многом зависят экономические показатели работы маршрута, т.к. отношение длины маршрута к средней дальности поездки дает коэффициент сменяемости пассажиров на маршруте, а произведение средней дальности поездки на объем пассажирских перевозок - работу транспорта, выраженную в пассажирокилометрах.

В настоящее время средняя дальность поездки планируется на основе периодически проводимых натурных обследований анкетным, талонными, глазомерным способами. Получаемые в результате анкетного обследования данные используются для проектирования и планирования на уровне всего города; для планирования отдельных видов транспорта и маршрутов используются материалы обследования пассажиропотоков, которые по всей сети ГПТ проводятся эпизодически, чаще всего при разработке комплексных транспортных схем. При этом трудно

оценить, насколько полученное в результате обследования значение средней дальности поездки является типичным для данного маршрута, данного вида транспорта, сети в целом. Кроме того, проведение обследований пассажиропотоков и обработка их материалов является трудоемким и дорогостоящим процессом. В связи с этим учеными и специалистами были рекомендованы "нормативы" средней длины поездок, значительно различающихся между собой. Из сопоставления этих "нормативов" с результатами талонных обследований, выполненного Д.С.Самойловым [155], следует, что в одних случаях рекомендуемая средняя длина поездки (А.Х.Зильберталь, В.К.Петрова, АКХ, ИКТП) являются маршрутными, в других (О.К.Кудрявцева и ВНТК по прогнозам развития транспорта) - сетевыми.

В 1932 г. А.Х.Зильберталь предложил формулу для определения средней дальности маршрутной поездки в зависимости от размеров территории города [115, с.19-22]:

$$l = b + a\sqrt{F} = 0,8 + 0,185 \sqrt{F}. \quad (125)^1$$

Формула (125) получена путем обработки данных о средней дальности поездок на ГПТ в 8 отечественных и зарубежных городах (Москва, Ленинград, Берлин, Франкфурт, Глазго, Ганновер, Дюсельдорф, Астрахань). В 1937 г. А.Х.Зильберталь [116, с.26] без дополнительных расчетов откорректировал формулу (125) и она приобрела общеизвестный вид:

$$l_m = 1,2 + 0,17 \sqrt{F}. \quad (126)$$

В связи с небольшим количеством данных, имевшихся для вывода формулы, А.Х.Зильберталь предупреждал, что эта формула "может иметь только совершенно ориентировочный характер" [116, с.22, 26]. Тем не менее формула (126) стала общеупотребимой, хотя проверка этой формулы не выполнена до сих пор.

Следует отметить, что А.Х.Зильберталь в своих работах не дал трактовку эмпирических величин в формуле (125). Считается, что свободный член в этой формуле является минимальной длиной поездки (км), целесообразный для конкретного города. Такой точки зрения придерживался, например, Ю.А.Лиманов [128]. Другой подход состоит в

¹ Проведенные нами по исходным данным А.Х.Зильбертала контрольные расчеты дали следующие результаты: $\bar{l}_m = 0,78 + 0,19\sqrt{F}$ (коэффициент корреляции 0,993 при коэффициентах надежности $t_r=21,105$ и $t_z = 6,373$; $F = 64,487$).

том, что этот показатель трактуется как дальность передвижения, с которого начинается пользование транспортом. В этом случае требуется анализ зависимости коэффициента пользования транспортом от дальности передвижения. Величина a в выражении $a\sqrt{F}$ может рассматриваться как коэффициент, характеризующий взаимное расположение в рассматриваемом городе мест работы, жилья, культурно-бытовых учреждений. Однако за исключением графоаналитического метода А.М.Якшина [193, 194], методики поиска такого коэффициента нет. Нет единства и в трактовке величины F : в одних случаях - это вся территория города, в других - селитебная, застроенная или обслуженная транспортом территория. Проведенная автором проверка точности формулы А.Х.Зильберталя показала, что относительное отклонение расчетного значения (по общей и застроенной территории) от фактической средней дальности составило $\pm 20\%$, что при расчетах на короткий срок явно недопустимо.

Последующие исследования средней дальности маршрутной поездки в основном приводили к изменениям показателей в формуле А.Х.Зильберталя. Так, В.А.Черепанов [180] предложил принимать величину a в зависимости от численности населения города и степени его компактности ($a = 0,25$ для компактных городов с $N > 1$ млн. чел.). Д.С.Самойлов [155, с.132] предложил рассчитывать среднюю дальность сетевой поездки и ее доверительные интервалы по формуле, аналогичной формуле А.Х.Зильберталя, но с другими параметрами.

О.К.Кудрявцев [127], Д.С.Самойлов [155] и В.С.Судаков [168] предложили определять среднюю дальность сетевой поездки также в зависимости от территории города по формулам вида:

$$\bar{l} = k \sqrt{F}; \quad \bar{l} = k^3 \sqrt[3]{F}.$$

В указанных формулах к трактуется по-разному: то это коэффициент, зависящий от конфигурации транспортной сети (по расчетам О.К.Кудрявцева, он изменяется от 0,67 до 1,43), то это коэффициент, учитывающий компактность территории города и плотность застройки (по данным Д.С.Самойлова, $k = 0,88-0,92$ для городов относительно компактных с умеренно плотной застройкой при $L_1 : L_2 < 3$; $k = 0,75 - 0,78$ для компактных городов с плотной застройкой при $L_1:L_2$, близких к 1; $k=0,93-0,97$ для городов с вытянутой территорией при $K1 : K1>3$).

Т.М.Добросельская [106,107] предложила дополнительно учитывать при расчете средней дальности поездки эксплуатационную скорость, численность населения и степень концентрации мест труда:

$$\text{для } N > 500 \text{ тыс. жителей } \bar{l} = [(1 - 0,01V_3) \sqrt{0,08F}] \alpha \beta ; \quad (127a)$$

$$\text{для } N < 500 \text{ тыс. жителей } l = (0,4 + 1,15 \sqrt{0,1F}) \alpha \beta , \quad (127b)$$

где F - застроенная территория города, км^2 ;

V_3 - эксплуатационная скорость, $\text{км}/\text{ч}$;

α, β - коэффициенты, учитывающие соответственно степень компактности города и концентрации мест труда ($\alpha = 0,8-0,9$ для городов компактных и $1,1 - 1,2$ - для некомпактных; β для городов с концентрированными местами приложения труда равно $1,3-1,5$).

При общепрактическом значении $V_3 = 15-18 \text{ км}/\text{ч}$ формула Т.Д.Добросельской приводится к виду, предложенному другими авторами.

На первый взгляд, несколько особняком стоит формула А.М.Якшина, учитывающая величину реальной удаленности населения от всех фокусов тяготения:

при отсутствии скоростного транспорта

$$\bar{l} = 1,3 + 0,687 C_{o(abc)} ; \quad (128a)$$

при наличии скоростного транспорта

$$l = 1,8 + 0,687 C_{o(abc)} . \quad (128b)$$

$C_{o(abc)} = 0,337 * X_{o(abc)} * \sqrt{F}$, где $X_{o(abc)}$ - общая компактность территории города ($0,5-2,8$).

Подставляя значение $C_{o(abc)}$ с учетом колебаний $X_{o(abc)}$ в предложенную А.М.Якшином формулу (128), приходим опять к формулам, рассмотренным выше. При этом использование формулы А.М.Якшина для целей планирования весьма затруднительно из-за необходимости получения и обработки значительной по объему градостроительной и транспортной информации.

В работе А.Е.Страменова, В.Г.Сосянца, М.С.Фишельсона [166] была выдвинута гипотеза о наличии определенного соотношения между средней дальностью маршрутной поездки и длиной маршрута и в табличной форме даны диапазоны колебаний этого соотношения в зависимости от численности населения города и его территории. Однако эти диапазоны колебаний таковы, что в целях планирования использованы быть не могут.

Позднее А.И. Томилин [171] предложил графическую интерпретацию связи между средней дальностью маршрутной поездки и длиной

маршрута, а В.О.Костюк [125] по данным обследований в городах Украины впервые получил линейные регрессионные зависимости:

$$\text{трамвай } l_m = 1,22 + 0,18 L_m \quad (r = 0,82); \quad (129)$$

$$\text{троллейбус } l_m = 1,10 + 0,26 L_m \quad (r = 0,77). \quad (130)$$

Формулы В.О.Костюка представляют несомненный интерес для целей планирования, однако по ним имеется ряд замечаний:

1) теоретически связь \bar{l}_m и L_m должна носить нелинейный характер, что подтверждается результатами многочисленных обследований пассажиропотоков на ГПТ;

2) не была доказана правомерность объединения в одном расчете данных по разным городам при получении формул (129) и (130);

3) теоретически на связь l_m и L_m должны оказывать влияние характер маршрута и его трассировка (диаметральные, радиальные, тангенциальные маршруты и т.п.);

4) не выполнен анализ динамической устойчивости параметров полученных формул, хотя обследования в городах Украины проводились в разные годы.

Изложенные выше подходы базируются на связи средней дальности поездки, застроенной территории города и ее конфигурации или на связи средней дальности и длины маршрута, которая является производной (естественно, в среднем) от территории города и ее конфигурации. В связи с этим особняком стоят подходы, изложенные в работах И.И.Шлиппе [189] и особенно Г.И.Гольца¹, которые отталкивались в построении моделей средней дальности поездки не от размера и конфигурации территории города, а ее транспортной сети и параметров этой сети.

Таким образом, несмотря на важность показателя средней дальности поездки, удовлетворительной методики его прогнозирования и планирования в настоящее время нет. Потребности же муниципальных органов, проектных, эксплуатационных организаций делают необходимой

¹ См, например, комплекс работ Г.А.Гольца в материалах Свердловских конференций “Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов” : Пути повышения точности транспортных расчетов в градостроительстве. - Свердловск, 1986; Математическая модель работы метрополитена. - Свердловск, 1988; Самоорганизация пассажиров на маршрутах городского транспорта. - Свердловск 1990; Дедуктивная модель пассажиропотоков на маршруте. - Екатеринбург, 1994 и в других изданиях

разработку методики определения средней дальности сетевой, маршрутной поездки в целом для определенного вида ГПТ и дифференцированно по маршрутам, пригодной для целей планирования и прогнозирования.

В 1974 г. автором высказана гипотеза о влиянии вида маршрута и его протяженности на пространственно-временную неравномерность пассажиропотоков ГПТ. В соответствии с этой гипотезой средняя дальность маршрутной поездки \bar{l}_m зависит от длины маршрута L_m , вида транспорта и местоположения маршрута в плане города. В ряде публикаций автора [2, 42, 43, 44] приведены параметры связи $\bar{l}_m = f(L_m)$ по Свердловску, Вильнюсу, Владивостоку и др. Моделирование связи $\bar{l}_m=f(L)$ проводилось по кривым (5) - (11). Как показали расчеты по 35 городам, зависимость \bar{l}_m от L_m существует, и она весьма устойчива. Эта связь является нелинейной, а ее параметры зависят от вида транспорта и расположения маршрута по отношению к центру города.

Коэффициенты корреляции при наилучшей аппроксимации колебались от 0,653 до 0,959. В большинстве случаев искомая связь наилучшим образом аппроксимируется степенной кривой - формула (131). Такой вывод не является случайным, т.к. именно эти кривые в наибольшей мере отвечают требованиям, предъявляемым к форме данной связи: при возрастании аргумента функция должна монотонно возрастать; функция ограничена сверху, с увеличением значений аргумента скорость возрастания функции уменьшается.

$$\text{Итак, в общем случае } \bar{l} = bL^a \quad (131)$$

Отметим, что в частных случаях (а расчеты выполнялись дифференцированно по городам, где система ГПТ представлена двумя или тремя видами транспорта, по трамвайным, троллейбусным и автобусным перевозкам) лучшие описания могли иметь другую форму - линейную, логарифмическую, параболическую. Однако именно степенная модель оптимально соответствует существу процесса. В табл.58 и на рис.27 в качестве примера приведены параметры связи средней дальности маршрутной поездки и длины маршрута в целом по ГПТ.

Уровень детерминации связей средней дальности поездки по городам с несколькими видами ГПТ и длины маршрутов при моделировании по отдельным видам транспорта колебался от 47 до 75%, что свидетельствует о значительном влиянии длины маршрута на дальность поездки. Показатели надежности связи $\bar{l}_m=f(L)$ значительно улучшались при расчетах по отдельным видам транспорта и маршрутов. Как показало

моделирование, вид маршрута существенно влияет на форму и параметры связи средней дальности маршрутной поездки и длины маршрута.

Таблица 58
Параметры связи средней дальности маршрутной поездки
и длины маршрута по системе ГПТ

Город	Кол-во маршрутов	Параметры модели		r	t _r	t _z	F
		a	b				
Ленинград	226	0,318	1,517	0,494	8,513	8,092	1,318
Новосибирск	106	0,679	0,777	0,681	9,496	8,443	1,849
Свердловск	53	0,422	1,332	0,534	4,510	4,213	1,372
Пермь	112	0,792	0,580	0,677	9,654	8,603	1,831
Харьков	80	0,519	1,150	0,567	6,086	5,648	1,456
Рига	74	0,653	0,931	0,691	7,771	6,855	1,886
Вильнюс	37	0,476	1,348	0,656	5,146	4,585	1,708
Уфа	47	0,716	0,745	0,777	8,272	6,879	2,466
Владивосток	33	0,633	0,953	0,829	8,259	6,493	3,100
Нижний Тагил	29	0,653	0,979	0,755	5,979	5,018	2,241
Каменск-	30	0,469	1,075	0,680	4,905	4,307	1,795
Уральский							
Чита	36	0,532	1,112	0,669	5,091	4,503	1,755
Петрозаводск	12	0,534	0,895	0,727	3,348	2,767	1,928
Хабаровск	33	0,578	1,189	0,665	4,954	4,388	1,736
Смоленск	26	0,762	0,771	0,562	3,332	3,051	1,404
Курск	25	0,668	0,790	0,754	5,506	4,607	2,221
Ангарск	18	0,574	1,111	0,693	3,850	3,310	1,813

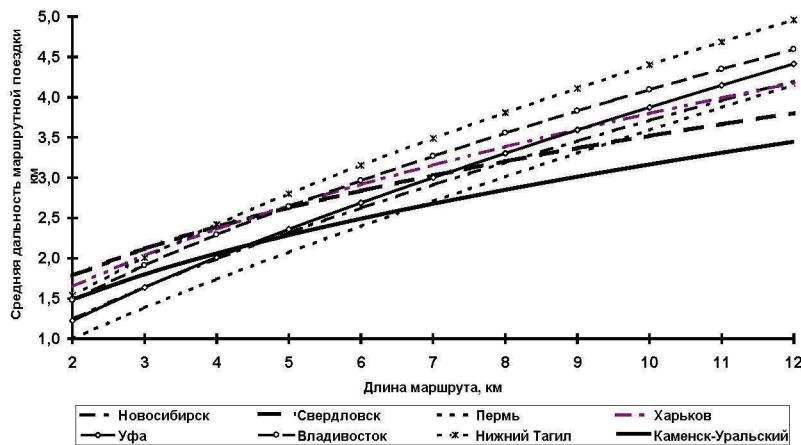


Рис.27 Фактические кривые зависимости средней дальности поездки на ГПТ от длины маршрута

Обобщение данных по зависимости $\bar{L}_m=f(L)$ позволяет предположить, что величины a и b в формуле (131) взаимосвязаны (с ростом параметра a значение параметра b уменьшается) и представить эту взаимосвязь в виде линейной функции, не имеющей отрицательных значений (рис.28).

Для системы ГПТ данная функция имеет вид:

$$b = 2,11 - 1,884a \quad (r = 0,925). \quad (132)$$

Для отдельных подсистем:

$$\text{трамвай} \quad b = 1,877 - 1,722a \quad (r = 0,895)^1; \quad (133a)$$

¹ При расчетах использовались данные по городам России с этим видом транспорта, материалы обследований по Свердловску вводились за 1953, 1960, 1960, 1964, 1969 и 1985 гг., что могло привести к сдвигу информации.

При исключении данных по Свердловску зависимость $b=f(a)$ для трамвая приняла вид:

$$b = 1,734 - 1,515a \quad (r = 0,940),$$

а для Свердловска: $b = 2,664 - 3,258a \quad (r = 0,804).$

Тогда зависимость $\bar{L}=f(L)$ для трамвайных маршрутов в городах России примет вид $\bar{L}=0,98\sqrt{L}$.

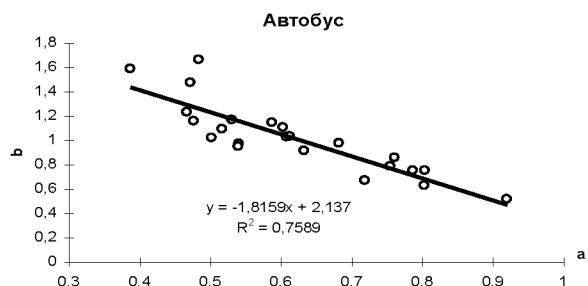
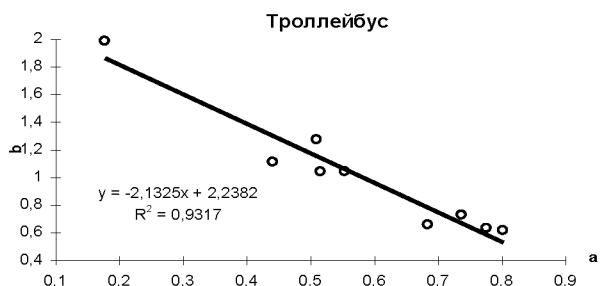
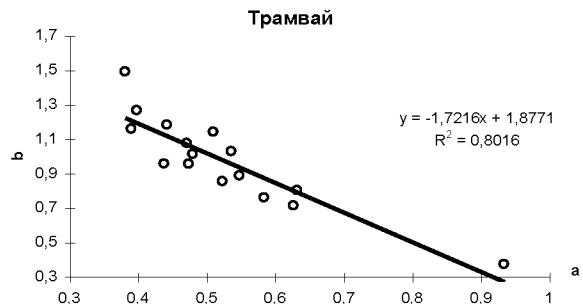
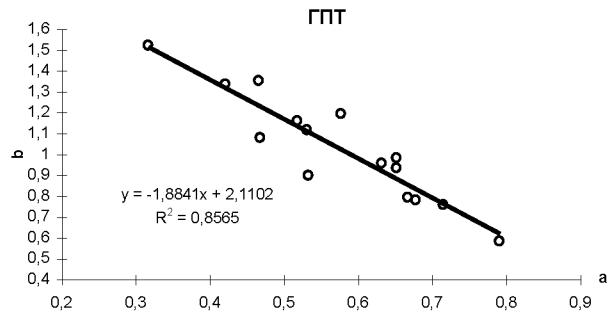


Рис. 28 Взаимосвязь параметров “a” и “b” в модели $I = bL^a$ для городов страны

$$\begin{array}{ll} \text{троллейбус} & b = 2,238 - 2,132a \quad (r = 0,965) ; \\ \text{автобус} & b = 2,137 - 1,816a \quad (r = 0,871)^2 . \end{array} \quad (133\text{б})$$

(133в)

Для упрощения оперативных расчетов примем величину a равной 0,5. Тогда, средняя дальности поездки будет равна (рис.29):

$$\text{ГПТ} \quad \bar{l} = 1,17\sqrt{L}; \quad (134\text{а})$$

$$\text{трамвай} \quad \bar{l} = 1,02\sqrt{L}; \quad (134\text{б})$$

$$\text{троллейбус} \quad \bar{l} = 1,17\sqrt{L}; \quad (134\text{в})$$

$$\text{автобус} \quad \bar{l} = 1,23\sqrt{L}. \quad (134\text{г})$$

² Выделение городов России из общей совокупности городов с автобусным транспортом привело к зависимости $b = 2,224 - 1,897a$ ($r = 0,903$) и $\bar{l} = 1,28\sqrt{L}$.

Расчеты по городам Казахстана, где в основном используется автобусный транспорт, позволило учесть региональный аспект $b = 2,07 - 1,92a$ ($r = 0,903$) и $\bar{l} = 1,11\sqrt{L}$.

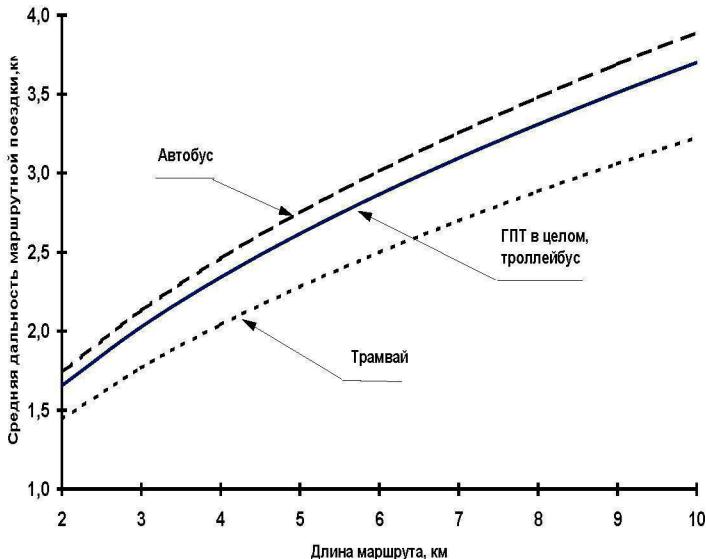


Рис. 29 Зависимость средней дальности маршрутной поездки от длины маршрута
(теоретические кривые)

Наличие данных по одному и тому же городу (и виду транспорта) за ряд лет позволяет изучить изменение параметров связи под воздействием комплекса транспортно-планировочных факторов и разработать модели планирования средней дальности маршрутной поездки. Покажем на примере Свердловска - Екатеринбурга, компактного по своей планировочной структуре города, как изменялась средняя дальность маршрутной поездки по мере развития ГПТ. Комплекс расчетов выполнен по материалам талонных обследований пассажиропотоков трамвая г. Свердловска, проведенных по одной и той же методике в 1953, 1960, 1964, 1969, 1985 гг.

Как видно из табл.59, в период между 1953 и 1964гг. средняя дальность маршрутной поездки на трамвае в Свердловске практически не менялась. Однако в период между 1964 и 1969гг. этот показатель снизился до 3,23 км, т.е. на 8,3% по сравнению с 1964 годом.

Таблица 59

Средняя дальность поездки на трамвае, (Свердловск) км

Маршруты	1953	1960	1964	1969
Диаметральные	3,68	3,49	3,61	3,36
Радиальные	2,88	2,34	3,17	2,65
Тангенциальные	2,80	3,46	2,68	2,96
Комбинированные	-	4,27	3,88	3,13
Сеть трамвая в целом	3,50	3,45	3,53	3,23

Анализ структуры трамвайных маршрутов показал, что основными в Свердловске являются диаметральные маршруты: их удельный вес по количеству и протяженности составлял соответственно 58,3 и 70,6% в 1953 г., 56,0 и 63,6% в 1969 г.. На втором месте находятся радиальные маршруты. Как видно из табл.59, на диаметральных маршрутах средняя дальность поездки изменилась так же, как и на всей сети трамвая. При этом величина \bar{l}_m на диаметральных маршрутах была несколько больше, чем средняя дальность поездки по всей сети трамвая. На радиальных и тангенциальных маршрутах какой-либо тенденции в изменении средней дальности поездки не отмечалась. На комбинированных маршрутах трамвая средняя дальность поездки с 1960 по 1969 гг. непрерывно сокращалась с 4,27 км в 1960 г. до 3,13 км в 1969 г. (или на 22,5%).

Следует отметить, что средняя дальность поездки на различных по виду маршрутах постепенно выравнивалась. Так, если в 1960 г. разница между \bar{l}_{min} и \bar{l}_{max} составляла 1,39 км, то в 1969 г. эта разница сократилась до 0,75 км.

Анализ развития маршрутной системы трамвая Свердловска за 1953-1969 гг. показал, что в плане города конфигурация и местоположение большинства маршрутов претерпели изменения. Меньшая часть маршрутов характеризуется постоянством связываемых пунктов, трассировкой, количеством остановочных пунктов. Установлено, что на таких относительно стабильных маршрутах средняя дальность поездки имеет устойчивую тенденцию к уменьшению (табл.60).

Результаты расчетов по трамвайным перевозкам в г. Свердловске (Екатеринбурге), приведенные в табл.61 и на рис. 30, четко подтвердили существовали связи $\bar{l} = f(L)$, ее устойчивость во времени (особенно после 1960 г.). Влияние протяженности трамвайного маршрута на сред-

нюю дальность поездки во времени нарастает: уровень детерминации в 1960 г. составлял 39,9%; в 1964 г. - 64%; в 1969 г. - 73,8%.

Таблица 60
**Динамика средней дальности поездки на стабильных
маршрутах трамвая (Свердловск), км**

№ маршрута	Конечные и начальные пункты	1953	1964	1969	1985	% к 1953		
						1964 1985	1969 1985	1964 1969
2	ВИЗ - Эльмаш	4,54	3,40	3,16	2,64	74,6	69,6	58,2
9	ВИЗ - ВТЧМ	4,14	3,90	3,39	2,91	94,2	81,9	70,3
11	ВИЗ- Эл.станция	2,80	2,49	2,32	2,46	88,9	82,8	87,9

Таблица 61
**Изменения параметров связи средней дальности маршрутной поездки
на трамвае и длины маршрута (Екатеринбург)**

Год	Характер маршрутов	Кол-во маршрутов	Параметры уравнения $I=bL^a$			Характеристика связи			Коэффициент корреляции лучшей аппроксимации
			a	b	г	t _r	t _z	F	
1953	Все Диаметральные	12	0,511	1,137	0,749	3,201	2,571	2,121	0,862
		10	0,908	0,461	0,873	4,014	2,696	3,519	0,902
1960	Все Диаметральные	18	0,382	1,487	0,632	3,267	2,888	1,569	0,632
		11	0,605	0,817	0,739	3,294	2,684	1,985	0,739
1964	Все Диаметральные	20	0,443	1,179	0,800	5,664	4,534	2,636	0,821
		12	0,517	1,038	0,815	4,456	3,427	2,710	0,837
1969	Все Диаметральные	21	0,475	0,952	0,859	7,328	5,478	3,635	0,861
		12	0,494	0,914	0,861	5,369	3,899	3,530	0,892
1985	Все	27	0,197	1,672	0,839	3,001	2,472	2,001	0,878

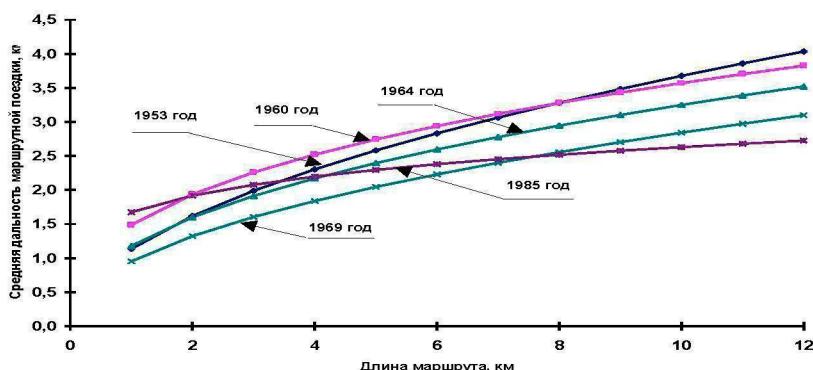


Рис. 30 Изменения средней дальности маршрутной поездки на сети трамвая г. Свердловска (1953-1985 гг.)

Таким образом, проведенные расчеты позволяют сделать следующие выводы:

- 1) средняя дальность маршрутной поездки на ГПТ, с одной стороны, зависит от планировочных особенностей города, а, с другой - от вида транспорта (при наличии в городе нескольких видов транспорта), местоположения маршрутов в плане города и длины маршрутов;
- 2) в целях планирования средней дальности маршрутной поездки может применяться модель $\bar{L}_m = vL^a$, параметры a и v принимаются по моделям (133) - (134). В дальнейшем представляется необходимым установить факторы, от которых они зависят;
- 3) при планировании \bar{L}_m по маршруту на основе изложенной в работе методики по материалам обследований пассажиропотоков должны выявляться и уточняться для конкретного города параметры зависимости $\bar{L}_m = f(L_m)$.

Естественно, что параметры связи средней дальности маршрутной поездки и длины маршрута могут изменяться во времени под влиянием комплекса планировочных и транспортных факторов.

Это подтверждает целесообразность периодического изучения пассажиропотоков и проверки на основе их материалов временной устойчивости параметров модели.

Отметим, что средняя дальность маршрутной поездки весьма существенно колеблется в течение суток. В большинстве случаев средняя

дальность маршрутной поездки в часы “пик” оказалась выше, чем суточный показатель. Это обстоятельство должно учитываться при расчетах потребности в подвижном составе в часы “пик”. Анализ влияния дней недели на взаимосвязь средней дальности поездки и длины маршрута показал, что форма связи в воскресные и будние дни одинакова, однако параметры связи в будние дни несколько отличаются от параметров связи в выходные дни.

Рассмотрим этот вопрос подробнее. Расчет необходимого количества подвижного состава выполняется либо по суточному, либо по часовому пиковому потоку (в последнем случае расчет ведется по наиболее напряженному сечению маршрута). При этом считается, что средняя дальности поездки на маршруте в суточном и часовом пиковом периоде не меняется. В то же время анализ материалов обследований пассажиропотоков показывает обратное. В связи с этим возникает необходимость изучения изменения средней дальности маршрутной поездки I_m в течение суток.

По материалам обследований пассажиропотоков установлено, что средняя дальность поездки весьма существенно меняется - от 75 до 125% среднесуточного уровня, в послепиковые вечерние часы средняя дальность поездки достигает 190% среднесуточного уровня. Кривая изменения средней дальности маршрутной поездки характеризуется тремя пиками - утренним (с 6 до 8 на автобусе и с 7 до 10 ч. на трамвае), вечерним (с 16 до 18 ч. на автобусе и с 17 до 20 ч. на трамвае) и пиком в поздние часы (с 23 на автобусе и с 24 на трамвае), который является максимальным.

Сопоставим изменение средней дальности маршрутной поездки с распределением пассажиропотоков по часам суток. Пики пассажиропотоков приходятся на период с 6 до 8 ч. и с 15 до 18 ч. на трамвае и на автобусе. Удельный вес пассажиропотоков в часы пик и соответствующая им средняя дальность поездки отражены в табл.62. Средняя дальность поездки по сети ГПТ в часы пик больше среднесуточной маршрутной дальности на 5-11%.

Таблица 62

Влияние вида транспорта на соотношение пиковой и суточной дальности поездки

Вид транспорта	Часы пик, час	Уд. вес пассажиропотоков в час пик, %	Коэффициент часовой неравномерности	Коэффициент не равном. средней дальности поездки
Трамвай	6 - 8	10,7	2,14	1,069
	15 - 18	10,1	2,02	1,069
Автобус	6 - 8	9,5	1,90	1,111
	15 - 18	8,9	1,78	1,051

Возможно превышение значений средней дальности поездки в часы "пик" над среднесуточными объясняется тем, что наибольший удельный вес в пиковые интервалы составляют поездки, имеющие устойчивый и малозависящий от загруженности транспорта характер (трудовые передвижения на работу и домой с места работы). Кроме того, увеличение средней дальности поездки в часы "пик" объясняется использованием тех маршрутов, которые имеют большую протяженность, но позволяют совершить поездку "от двери до двери", т. е. исключающих пересадки.

Наименьшее значение средняя дальность поездки имеет в дневное межпиковое время, когда в основном совершаются поездки к местам торговли, объектам бытового обслуживания, общественного питания и т.п. на расстояние до 2-3 км. В это время социальная структура пассажиров изменяется в сторону увеличения удельного веса несамо-деятельного населения.

Установлено, что изменение I_m по времени суток имеет общий характер как на трамвае, так и на автобусе. Отклонения объясняются некоторым различием в распределении пассажиропотоков (в межпиковое "обеденное" время на трамвае после 12 ч. наблюдается спад до 14 ч., на автобусе же с 11 ч. объем перевозок плавно увеличивается до вечернего пика).

Для определения влияния длины маршрута на характер изменения средней дальности поездок в течение суток маршруты автобуса были сгруппированы в зависимости от их длины в четыре группы (табл.63). Чтобы исключить влияние типа маршрута, были выбраны из каждой

группы маршруты одного типа - диаметральные. Выявлено, что изменение I_m по времени суток носит общий характер для всех групп, следовательно, длина маршрута на это не влияет. На следующем этапе проводился анализ влияния типа маршрута на изменение I_m в часы пик. Для этого были взяты маршруты из одной группы по длине, но разные по расположению в плане города. Основное различие заключается в том, что I_m на кольцевых маршрутах в часы пик не превышает среднесуточного значения, и средняя дальность поездки в послепиковое и вечернее время на них резко уменьшается; у диаметральных и радиальных маршрутов в эти периоды она растет. Эти различия объясняются тем, что диаметральные и радиальные маршруты связывают центр города с удаленными районами, расположение же кольцевого маршрута исключает необходимость столь дальних поездок по маршруту, особенно в позднее время.

Таким образом, средняя дальность поездки в часы пик должна приниматься с поправочным коэффициентом к среднему значению за сутки. Этот коэффициент дифференцируют по видам маршрута (табл.63).

4.6. Метод расчета пассажиропотоков в городах

С увеличением объемов работ, связанных с разработкой комплексных схем организации городского движения, когда возникает потребность в оптимизации, традиционный подход (граф сети - матрица корреспонденций - пассажиропотоки - интенсивность движения - корректура графа сетей) становится экономически невыгодным. Следовательно, возникает потребность в новом подходе к расчету пассажиропотоков на ГПТ. Есть еще один существенный момент в традиционных методах расчета. При расчете пассажиропотоков в городах методом взаимных корреспонденций (см. 4.2.) используются зависимости $d_{ij} = f(t_{ij})$ - см.4.2, т.е. учитываются и фактор расстояния, и фактор скорости передвижения. В то же время, если речь идет о конфигурации сети магистральных улиц, то предпочтительнее использование кривых $d_{ij} = f(l_{ij})$.

Получение кривых относительной густоты (плотности) тяготения требует специальных обследований и расчетов. В то же время в материалах обследований внутригородских передвижений всегда имеется

Таблица 63

Влияние вида маршрута на соотношение часовой пиковой и суточной дальности поездки

№ группы	Протяженность маршрута, км	Номер маршрута	Вид маршрута	Длина оборотного рейса, км	Средняя суточная дальность поездки, км	Средняя дальность поездки в час пик, км			Отношение средней дальности поездки за сутки к пиковой	
						утренний	вечерний	после 22 ч	утренний	вечерний
I	7-14	1	кольцевой	7,2	3,02	2,87	3	0,9	0,936	0,999
		5	радиальный	11,4	3,24	3,39	3,32	5,92	1,046	1,025
		2	диаметральный	14,0	2,57	3	3	3	1,004	1,040
II	14-21	17	диаметральный	17,0	3,41	4,41	3,81	3,91	1,293	1,115
		16	диаметральный	18,2	2,90	3,55	3,06	3,9	1,224	1,055
		13	диаметральный	19,8	2,53	2,96	2,26	3,21	1,169	0,894
III	21-28	14	радиальный	19,8	3,24	3,54	3,49	2,29	1,092	1,077
		12	диаметральный	20,0	3,14	3,44	3,72	4,44	1,095	1,121
		10	диаметральный	22,4	4,97	4,7	5,66	8,21	0,946	1,138
IV	> 28	9	радиальный	23,2	3,97	4,55	4,3	5,28	1,149	1,083
		4	тангенциальный	24,0	4,97	5,07	5,02	4,71	1,020	1,010
		8	диаметральный	24,0	3,28	4,14	3,61	3,76	1,262	1,100
V	> 28	8a	радиальный	24,8	3,56	4,15	4,02	3,98	1,165	1,128
		3	тангенциальный	25,4	5,16	5,43	5,14	4,94	1,052	0,996
		16	диаметральный	25,8	4,16	4,5	4,64	3,11	1,081	1,115
VI	> 28	15	диаметральный	32,8	4,52	4,6	4,53	5,41	1,018	1,002

распределение передвижений (поездок) по времени $P'_{ij} = f(t_{ij})$ и дальности $P''_{ij} = f(l_{ij})$ (см.4.2).

Для описания закономерности распределения поездок по дальности Г.Потгофф [146] предложил использовать распределение Эрланга.

Известно, что распределение Эрланга может быть записано либо в виде

$$f(a) = e^{-ka} \sum_{n=0}^{n=(k-1)} (ka)^n / n! , \quad (135)$$

либо в виде

$$f(l_{ij}) = \frac{(kl/l_{ij})^k}{l_{ij}^{k-1} (k-1)!} e^{-kl/l_{ij}} \quad (136)$$

где а - нормативная переменная, равная отношению L/\bar{l} (для маршрута ГПТ это коэффициент сменяемости пассажиров);

\bar{l} - средняя дальность поездки;

l_{ij} - расстояние между районами по сети МПТ;

к - характеристика, определяемая как квадрат соотношения средней дальности поездки (\bar{l}) к среднеквадратичному отклонению (S_l);

$k = (\bar{l}/S_l)^2 = 1/c_1^2$ (округляется до целого числа), c_1 - коэффициент вариации, $n = (k - 1)$.

Обработка данных фактического распределения поездок на ГПТ по городам Казахстана (табл.65) позволила получить параметры \bar{l} и S_l , приведенные в табл.64, которые неплохо согласуются с данными Г.Потгоффа [146]. Таким образом, величина k колеблется в большинстве случаев от 2 до 3.

Таблица 64
Вариация средней дальности поездки на ГПТ в городах Казахстана

Город	\bar{l}	S_l	$(\bar{l}/S_l)^2$	k
Усть-Каменогорск	5,43	4,20	1,67	2
Актюбинск	5,34	2,96	3,26	3
Чимкент	5,84	4,66	1,57	2

С использованием полученных в Чимкенте теоретических данных распределения поездок по дальности В.Л.Швец выполнил контрольные

расчеты (табл.66). Сопоставление кривых свидетельствует о том, что теоретическая модель несколько сглаживает распределение передвижений (поездок) по дальности. Это приводит к мысли о возможности использовать распределение поездок по дальности для прогнозирования транспортных корреспонденций и определения нагрузок на сети МПТ [80].

Таблица 65
Параметры распределения поездок населения в городах Германии
[146]

Город	\bar{l}	S_l	$(\bar{l}/S_l)^2$	k
Шверин	2,63	1,68	2,46	2(3)
Галле (Заале)	2,86	1,61	3,16	3
Магдебург	3,54	2,47	2,06	2
Вупперталь	4,29	3,06	1,97	2
Дюссельдорф	4,52	3,33	1,84	2
Бремен	5,18	3,36	2,38	2
Кельн	5,40	3,66	2,19	2
Гамбург (трамвай)	5,61	3,64	2,38	2
Мюнхен	5,70	3,68	2,39	2
Зап.Берлин (метро)	5,98	4,26	1,97	2
Гамбург (метро)	6,03	3,82	2,48	2(3)

Таблица 66
Теоретическое и фактическое распределение передвижений
населения г.Чимкента

Интервал, км	Факт.	Теорет.	Интервал, км	Факт.	Теорет.
0 - 1	3,9	8,5	10 - 11	2,8	3,0
1 - 2	9,8	12,0	11 - 12	1,7	2,3
2 - 3	13,4	13,0	12 - 13	1,7	1,8
3 - 4	13,6	12,0	13 - 14	1,6	1,4
4 - 5	10,9	10,7	14 - 15	0,8	1,0
5 - 6	13,1	9,2	15 - 16	0,7	0,8
6 - 7	10,3	7,0	16 - 17	0,5	0,6
7 - 8	6,0	6,1	17 - 18	0,5	0,4
8 - 9	2,6	4,9	18 - 19	0,4	0,3
9 - 10	2,2	3,8	19 - 20	0,2	0,3

При долгосрочных прогнозах граф путей сообщения задан сетью магистральных улиц или даже неким условным графом, обеспечивающим по кратчайшим путям взаимосвязи между центрами РТР i и j. При среднесрочных расчетах граф сети может быть задан системой ГПТ, а при краткосрочных прогнозах заданы даже остановочные пункты. В этих случаях для расчета матрицы перспективных пассажирских потоков между РТР вместо $d_{ij} = f(t_{ij})$ принимаем $P_{ij} = f(l_{ij})$, где l_{ij} - расстояние между РТР по линиям МПТ. При краткосрочном прогнозе можно, используя пассажирооборот остановочных пунктов (полученный в результате обследований) и распределение Эрланга, определить матрицу корреспонденций между остановочными пунктами по всей сети МПТ либо по отдельно взятому маршруту. Следовательно, распределение Эрланга можно использовать для планирования работы ГПТ при долгосрочном, среднесрочном и краткосрочном прогнозах.

Сделаем несколько замечаний применительно к использованию распределения Эрланга для описания распределения поездок по дальности.

Замечание 1. Проведенными нами исследованиями распределения маршрутных поездок по дальности установлено (см. 4.5), что $\bar{l} = f(L)$. Как следствие, можно исключить процесс вычисления \bar{l} по материалам обследований и получать эту величину исходя из длины маршрута или дальности поездки между i и j.

Замечание 2. Стого говоря, между S_l и L имеется стохастическая связь, т.е $S_l = f(L)$.

Замечание 3. В целях приближения к фактическим значениям $f(a)$ в формуле (135) при дробной величине k сначала выполняется расчет при меньшем, а затем при большем целом значении k, а потом осуществляется интерполяция. При наиболее распространенных значениях k = 2, $f(a) = e^{-2a}(1 + 2a)$ и при k=3 $f(a) = e^{-3a}(1 + 3a + 9a^2/2)$.

Замечание 4. Распределение Эрланга может быть использовано как для описания распределения передвижений, так и для описания распределения поездок.

4.7. Анализ взаимосвязи затрат времени и дальности передвижений

Попытки связать кривые распределения передвижений по L и T принимались неоднократно. К.Александр и Н.Руднева [1], исходя из известного положения, что в реальных условиях городского пространства население оценивает не дальность передвижения, а затраты времени, предложили в этих целях формулу

$$t = t_{\text{накл}} + L_B V^{-1} \quad (137)$$

где t - затраты времени на сообщение, мин;

$t_{\text{накл}}$ - накладные расходы времени, мин;

L_B - расстояние по воздушной прямой между районами отправления и прибытия, км;

V - скорость сообщения по сети, отнесенная к воздушной дальности, км/мин.

Так как удаленность по воздушной прямой равна $L_B = L_\phi / K_h$ (L_ϕ - фактическое расстояние передвижения, K_h - коэффициент непрямолинейности передвижений), то

$$t = t_{\text{накл}} + \frac{L_\phi}{K_h} V^{-1} \quad (138)$$

Рассматривая параметры K_h и V усредненно для данной системы ГПТ (в более широком смысле - для транспортной системы города), получаем

$$t = t_{\text{накл}} + L_\phi V_\phi^{-1} \quad (139)$$

или

$$t = t_{\text{накл}} + L_B K_h V_\phi^{-1}, \quad (140)$$

где V_ϕ - скорость передвижения по фактической сети.

Здесь необходимы два замечания. Строго говоря, коэффициент непрямолинейности передвижения зависит от дальности. Чем больше расстояние передвижения, тем меньше коэффициент непрямолинейности. В первом приближении эту зависимость можно описать гиперболой

$$K_h = \frac{A}{L} + B \quad (141)$$

Калибровка модели (141), например для подхода к остановочным пунктам ГПТ, дала следующие результаты:

$$K_h = \frac{52,8}{L_B} + 0,975. \quad (142)$$

(коэффициент корреляции $r = 0,984$, коэффициент надежности связи $t_r = 14,39$; $t_z = 5,867$ и коэффициент адекватности $F = 26,76$). Принимая величину В равной единице, зависимость $K_h=f(L)$ для условий пешеходного движения можно описать моделью (143):

$$K_h = 1 + 50 / L_B . \quad (143)$$

Калибровка моделей (136-139) двух районов Москвы, т.е. для условий комплексной сети, включающей скоростной внеуличный транспорт, дала следующие результаты [1]:

$$\begin{aligned} t_1 &= 13,2 + 2,87L_\phi = 13,2 + 3,731L_B ; \\ t_2 &= 12,97 + 3,51L_\phi = 12,97 + 4,563L_B ; \\ t &= 13,08 + 3,19L_\phi = 13,08 + 4,147L_B \end{aligned} \quad (144)$$

(величину K_h для Москвы А.И.Стрельников принимал равной 1,3).

Для городов, не имеющих скоростных сетей, по мнению А.И.Стрельникова [167], модель (137) принимает вид:

$$t = 13 + 4,5 L_B .$$

Наши расчеты по Свердловску середины 70-х годов, когда метрополитен отсутствовал, дали следующие результаты:

передвижения с использованием ГПТ

$$t = 17,3 + 4,2 L_B \quad (146)$$

$(r = 0,933, r^2 = 0,87, t_r = 18,662, t_z = 11,993, F = 7,552)$;

передвижения с использованием легкового индивидуального транспорта:

$$t = 12,1 + 1,385 L_B \quad (147)$$

$(r = 0,959, r^2 = 0,92, t_r = 24,339, t_z = 13,789, F = 12,159)$.

При этом коэффициент непрямолинейности составил 1,2 при пользовании сетью массового пассажирского транспорта и 1,25 при пользовании сетью магистральных улиц. В общем случае

$$L_{c(\text{МПТ})} = 1,187 L_B + 0,44 \quad (148)$$

$$\text{и } L_{c(\text{ЛПТ})} = 1,202 L_B + 0,36. \quad (149)$$

Средняя скорость сообщения по прямой на массовом пассажирском транспорте оказалась равной 14,3 км/ч, а на легковом индивидуальном транспорте - 43,3 км/ч.

Контрольные расчеты с учетом сетевой (фактической) дальности поездки подтвердили полученные результаты:

$$t_{\text{МПТ}} = 15,7 + 3,536 L_c \quad (150)$$
$$(r = 0,951, r^2 = 0,904, t_r = 22,226, t_z = 13,170, F = 10,302);$$

$$t_{\text{ЛПТ}} = 11,7 + 1,152 L_c \quad (151)$$

$$(r = 0,956, r^2 = 0,931, t_r = 26,604, t_z = 14,400, F = 14,336).$$

Сопоставим результаты наших исследований с результатами, например, английских исследователей. Исследование взаимосвязи продолжительности поездки и ее дальности по центру Лондона в 1977 и 1983 гг. [197] дало следующие результаты:

$$\text{автобус} \quad t_{77} = 8,6 + 8,26 L_B; \quad (152)$$

$$t_{83} = 13,7 + 6,83 L_B; \quad (153)$$

$$\text{легковые автомобили} \quad t = 3,91 L_B; \quad (154)$$

$$\text{метро} \quad t = 23,6 + 3,36 L_B. \quad (155)$$

Приведенные в (152-155) коэффициенты регрессии пересчитаны нами в метрическую систему (1 миля = 1,61 км).

Как видно из этих формул, в 1983 г. на прохождение 1 км при поездке в автобусе затрачивалось 6,83, а в 1977 г. - 8,26 мин. Таким образом, скорость передвижения возросла. Однако одновременно увеличилось накладное время на поездку: с 8,6 мин. в 1977 г. до 13,7 мин. в 1983 г.

В целом, по английским данным, в 1977 - 1983 гг. средняя фактическая скорость движения автобусов уменьшилась на 9,25 (с 20,9 до 19 км/ч), средняя скорость, отнесенная к расстояниям по прямой, - на 4,2%, продолжительность поездки возросла на 3,8%, а коэффициент непрямолинейности - на 5,9% (табл. 67).

Таблица 67

**Средние значения параметров поездок на автобусах (Лондон)
и структура затрат времени [197]**

Год	Ед. изм.	Общая про- должитель- ность пере- вигения	Время по- ездки в автобусе	Время пеше- ходного пе- ре-движения	Время ожида- ния	Скорость по пря- мой, км/ч
1963	мин	42,5	27,2	10,6	4,7	7,9
	%	100,0	64,0	24,9	11,1	
1972	мин	47,3	29,4	12,6	5,3	7,1
	%	100,0	62,2	26,6	11,2	
1977	мин	54,0	32,2	11,7	10,1	6,1
	%	100,0	59,6	21,7	18,7	
1983	(50,4)	(29,8)	(11,1)	(9,5)	(6,0)	
	мин	51,6	30,4	11,8	9,4	6,4
	%	100,0	58,9	22,9	18,2	
		(49,4)	(28,3)	(12,6)	(8,5)	(6,1)

Примечание: в скобках приведены значения с исключением поездок по линиям, на которых с 1977 по 1983гг. изменилось число остановок.

Как известно, закономерность тяготения имеет вид (116). С учетом сделанных выше замечаний

$$d_{ij} = e^{-(t_{\text{накл.}} + Lb/V)a} \quad (156)$$

Величина a меняется в зависимости от цели передвижения. Нами показано, что для трудовых целей величина $-0,085 - 0,088$ [68]. А.И.Стрельников отмечал, что для деловых передвижений a может быть принята равной 0,05, а для нетрудовых - 0,15 [167]. Очевидно, что параметры в формуле (156) могут варьировать.

Итак, с высокой вероятностью подтверждено наличие взаимосвязи затрат времени и дальности для поездки на массовом пассажирском и легковом индивидуальном транспорте. Сопоставление полученных кривых для Свердловска-Екатеринбурга с аналогичными ранее полученными данными по Москве [1, 167] и особенно по Лондону [197] за ряд лет позволяет утверждать, что связь $t = f(L_c)$, где L_c - сетевая дальность поездки, равная произведению воздушной дальности и коэффициента непрямoliniенности сообщения, весьма устойчива.

Следует, однако, заметить, что использование кривой типа $t = b + aL$ позволяет определить только одно значение t на связи i и j . В то же время при обследованиях передвижений между РТР для каждой пары i и j получается вариационный ряд $\{t_{ij}\}$. Связано это с рядом обстоятельств: а) разные способы передвижений - пешком, на ГПТ, на легковом транспорте (даже в рамках ГПТ скорости движения разных его видов различаются); б) выбором разных путей следования; в) округлением респондентами ответов о затратах времени.

Разброс значений вокруг среднего значения затрат времени при передвижениях между i и j характеризуется величиной среднего квадратического отклонения S_t , коэффициентом вариации C_t . При этом, по нашему мнению, $S_t = f(t)$. В первом приближении связь может быть принята линейной; в общем случае - это нелинейная связь с уменьшающимся приращением S_t по мере роста величины t_{ij} . С целью объективности указанная гипотеза проверялась на материалах исследований других авторов. Рассмотрим сначала наши расчетные данные по Минску (табл.68) [88].

Таблица 68
Зависимость среднего квадратического отклонения
затрат времени на передвижения от величины t_{ij}

Вид передвижений, среднее и среднее квадратическое	Зависимость	r	t_r	t_z	F
Внутрирайонные: $t = 11,0$ $S_t = 5,2$	$S_t = 2,265 t^{0,56}$ $S_{t(\text{ранг}3)} = 0,426 t + 3,82$	0,901	6,904	4,679	4,889
Межрайонные $t = 32,5$ $S_t = 12,3$	$S_t = 28,54 * 10^{-2} t^2 + 10,4$ $S_{t(\text{ранг}2)} = 0,041t + 0,06$	0,727	4,610	3,910	2,012
Все передвижения $t = 24,3$ $S_t = 14,6$	$S_t = 2,738 t^{0,4734}$ $S_{t(\text{ранг}2)} = 0,251t + 6,01$	0,878 0,858	10,35 8	7,603 7,155	4,221 3,671
			9,442		

Как видно из табл.68 наблюдается жесткая зависимость $S_t = f(t)$ для внутрирайонных передвижений (уровень детерминации - 81,2%), достаточно надежная (но с меньшей вероятностью) - для межрайонных (уровень детерминации - 52,8%). Таким образом, используя зависимость $t = f(L)$, получаем среднее значение затрат времени на передвижение.

Подставляя это значение в формулу $S_t = f(t_{ij})$, получаем возможность определить среднее квадратическое отклонение по t и, следовательно, доверительный интервал ($t_{ij} + t_p S_t$), в рамках которого совершается основная масса передвижений между i и j .

Следует отметить, что коэффициент вариации затрат времени для внутрирайонных передвижений составил 47,3%, а по межрайонным - 37,8% (по всем передвижениям - 60,1%). Эти данные подтверждаются результатами статистического анализа затрат времени на трудовые передвижения, приведенного Т.Г.Петровой [138] по материалам обследования в Ульяновске. Так, в целом по городу коэффициент вариации затрат времени на трудовые передвижения составил 58,5, а по большинству районов - 61,0 - 65,2%. Таким образом, эти данные подтверждают сделанные нами выводы.

Указанное выше позволяет перейти к моделированию зависимости скорости передвижения от его дальности. При выявлении зависимости скорости передвижения (а, следовательно, и затрат времени) от дальности необходимо иметь в виду ряд обстоятельств: 1) очевидно, что при $L=0 V_{пер} = 0$ и $T = 0$; 2) при $L \rightarrow \infty V_{пер}$ стремится к пределу, обеспечиваемому средствами ГПТ или индивидуальным транспортом. Это величины с учетом подхода, ожидания, задержек движения, как правило, не более 10-12 км/ч; 3) зависимость $V_{пер} = f(L)$ может иметь вид $V_{пер} = aL + b$; $V_{пер} = a\ln L + b$; $V_{пер} = bL^a$; при линейной и логарифмической кривых величина "b" может трактоваться как минимальная скорость передвижения (скорость пешеходного передвижения). С учетом этого по пяти городам (Усть-Каменогорск, Актюбинск, Чимкент, Гурьев, Темир-Тау) выполнено моделирование зависимости $V_{пер} = f(L)$ и осуществлен поиск обобщающей кривой с целью обеспечения достоверности получаемых моделей. Расчеты выполнялись только при количестве обследованных в каждом интервале расстояний в 100 и более человек.

Анализ результатов расчетов показал (табл.69), что формально лучшим является описание искомой связи линейной зависимостью - коэффициенты корреляции колебались от 0,938 по Актюбинску до 0,972 по Темир-Тау.

Таблица 69

**Коэффициенты корреляции связи скорости передвижения
и его дальности**

Город	Форма связи		
	линейная	степенная	логарифмическая
Усть-Каменогорск	0,958	0,949	0,933
Актюбинск	0,938	0,802	0,763
Чимкент	0,954	0,925	0,898
Гурьев	0,965	0,891	0,873
Темир-Тау	0,972	0,930	0,913
ВСЕГО	0,911	0,866	0,829

Однако с точки зрения существа процесса перемещения человека в городском пространстве лучшим является описание с использованием степенной кривой, параметры которой для исследуемых городов оказались следующими:

$$\text{Усть-Каменогорск} \quad V_{\text{пер}} = 4,7L^{0,356} \quad (157)$$

(коэффициент корреляции $r=0,949$ и уровень детерминации $d=90,1\%$);

$$\text{Актюбинск} \quad V_{\text{пер}} = 4,04 L^{0,366} \quad (r=0,802, d=64,3\%); \quad (158)$$

$$\text{Чимкент} \quad V_{\text{пер}} = 4,05 L^{0,379} \quad (r=0,925, d=64,3\%); \quad (159)$$

$$\text{Гурьев} \quad V_{\text{пер}} = 4,24 L^{0,256} \quad (r=0,891, d=79,3\%); \quad (160)$$

$$\text{Темир-Тау} \quad V_{\text{пер}} = 4,42 L^{0,345} \quad (r=0,930, d=86,5\%); \quad (161)$$

по пяти городам

$$V_{\text{пер}} = 4,28 L^{0,34} \quad (r=0,866, d=75\%). \quad (162)$$

Обобщение рассмотренных выше данных приводит к следующей модели:

$$V_{\text{пер}} = V_{\text{пеш}} \sqrt[3]{L}, \quad (163)$$

($V_{\text{пеш}}$ принимается равным 4,3 км/ч, но может и дифференцироваться).

Известно, что в ряде случаев исследователи используют для описания закономерностей внутригородских передвижений полиномы высоких степеней без анализа целесообразности такого описания. Действительно, обобщение данных по 5 городам, например, полиномом третьей степени, приводит к некоторому росту уровня детерминации:

$$V_{\text{пер}} = 4,23 - 0,61L + 0,454L^2 - 0,0379L^3 \quad (d = 85,4\%) \quad (164)$$

Однако и прирост уровня детерминации в общем-то небольшой; а главное - теряется ясность в описании существа процесса.

На рис.31 приведена зависимость $V_{\text{пер}} = f(L)$ по исследованным городам.

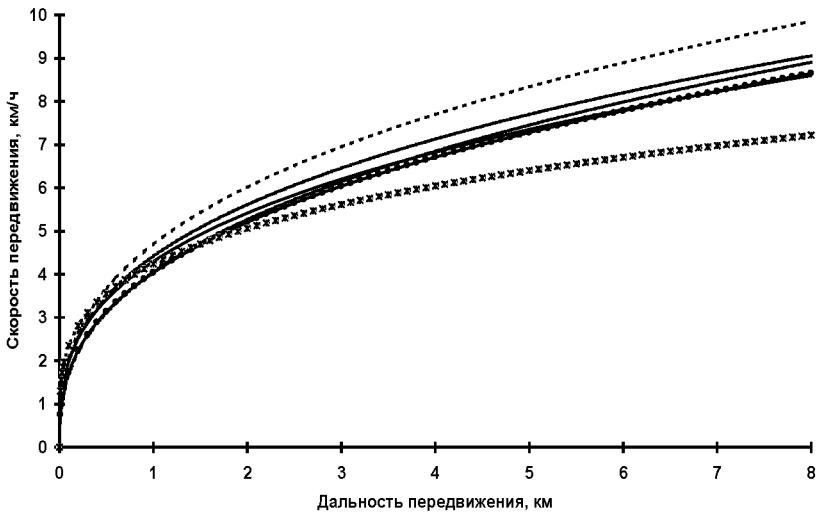


Рис. 31 Зависимость скорости передвижения от дальности передвижения:

- - - Усть-Каменогорск — ● Актюбинск — - - Чимкент - ✕ Гурьев — — Темир-Тау — Теоретическая зависимость

4.8. Анализ изменения направленческо-целевой структуры внутригородских передвижений в зависимости от затрат времени

Выше (см.4.1) было рассмотрено изменение направленческо-целевой структуры в зависимости от способа совершения и дня недели в целом по городу. Не проясненной при этом оказалась взаимосвязь затрат времени на передвижение и направленческо-целевой их структуры. Для разрешения этого вопроса потребовалось создать новое методическое обеспечение обработки материалов исследований, которое позволило бы установить: 1) различаются ли кривые распределения по

затратам времени прямых и возвратных передвижений в целом и раздельно по способам передвижений; 2) различаются ли кривые распределения передвижений с разными целями (прямые на работу, прямые культурно-бытовые) по затратам времени; 3) различаются ли кривые с одной и той же целью, но местом отправления которых является место жительства (т.е. отправление из дома) и другие объекты (т.е. не из дома); 4) изменяется ли направленческо-целевая структура передвижений, сгруппированных по интервалам затрат времени. Анализ кривых распределения прямых и возвратных передвижений всеми способами по затратам времени показал, что эти кривые практически не различаются (табл. 70).

Таблица 70
Распределение прямых и возвратных передвижений по затратам времени (Оренбург, 1974 г.)

Интервал, мин	Пешком		На транспорте		Всеми способами	
	прямые	возвратные	прямые	возвратные	прямые	возвратные
до 10	42,3	37,2	7,3	6,1	27,7	23,6
10-20	30,1	29,3	19,9	15,3	25,9	23,2
20-30	17,2	20,0	29,6	27,8	22,4	23,4
30-40	4,0	4,4	14,2	12,1	8,2	7,8
40-50	2,6	4,0	12,8	13,3	6,9	8,1
50-60	1,8	2,3	9,7	13,2	5,1	7,0
Более 60	2,0	2,8	6,5	12,2	3,8	6,9
ИТОГО	100	100	100	100	100	100

Аналогичный вывод может быть сделан относительно прямых и возвратных передвижений, совершаемых или пешком, или на транспорте. Следовательно, при укрупненных расчетах пассажиропотоков для прямых и возвратных передвижений можно принимать единую кривую. Однако анализ кривых распределения передвижений по затратам времени с учетом пункта отправления (из дома и не из дома) и цели показал, что характер этих кривых в начальном интервале затрат времени (до 10 мин) существенно различается (табл. 71). Важно отметить практическое совпадение кривых распределения трудовых передвижений из дома и возвратных передвижений из мест труда, культурно-бытовых из дома и возвратных из объектов культбыта.

Выполненный анализ позволил проверить гипотезу о зависимости удельного веса возвратных передвижений (и, следовательно, коэффициента возвратности) от затрат времени на передвижение. Проверка этой гипотезы осуществлена по обобщенным материалам обследований городов Урала и Казахстана (табл.72).

Таблица 71
**Распределение передвижений различных направлений по затра-
 там времени (Усть-Каменогорск, Семипалатинск)**

Интервал, мин	Трудовые				Культурно-бытовые				Возвратные			
	из дома		не из дома		из дома		не из дома		с мест труда		с объектов культбыва	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
до 10	16,2	13,6	25,6	37,0	14,1	13,6	25,4	21,5	16,7	13,8	14,8	15,9
10-20	25,9	29,5	23,3	24,7	29,9	30,0	24,3	35,1	26,2	29,4	30,9	28,7
20-30	21,8	14,7	25,6	8,6	21,8	21,1	25,0	11,1	20,4	16,1	21,6	19,5
30-40	15,9	18,4	14,0	17,3	16,2	11,0	12,0	12,9	15,6	18,3	16,0	15,4
40-50	8,6	11,5	9,3	4,9	7,8	10,6	7,0	9,7	10,0	11,6	6,0	7,8
50-60	5,4	7,6	2,2	4,9	3,3	5,3	2,1	4,7	5,1	5,4	3,3	4,0
Более 60	6,2	4,7	-	2,6	6,9	8,4	4,2	5,0	6,0	5,4	6,8	8,7
Средние зат- раты време- ни, мин	21,2	27,6	19,9	19,3	25,3	26,3	21,2	23,2	26,1	26,1	25,0	26,2

Примечание: 1 - Усть-Каменогорск, 2 - Семипалатинск

Таблица 72
**Изменение удельного веса возвратных передвижений в общем
 объеме передвижений в зависимости от затрат времени**

Интервал, мин	Способ передвижения		
	Пешком	На транспорте	Всеми способами
до 10	38,9	39,5	39,0
10-20	41,3	37,7	40,2
20-30	45,7	42,5	44,0
30-40	44,6	39,9	41,3
40-50	47,4	45,0	46,9
50-60	47,6	50,0	50,0
В среднем	42,0	44,0	42,8

Апроксимация данных табл.72 показала, что изменение удельного веса возвратных передвижений всеми способами (%) в зависимости от затрат времени наилучшим образом описывается в диапазоне $0 < t < 60$ мин квадратичной параболой, экспонентой или линейной зависимостью - (соответствующие коэффициенты корреляции составили по всему массиву данных шести городов соответственно 0,977-0,940-0,945 при уровнях надежности 5,127 - 4,528 - 4,449), а по Оренбургу, например, 0,932-0,915-0,912:

$$Y'_B = 3,42 \times 10^{-3} t^2 + 39,5 \quad (165)$$

или

$$Y'_B = 38,2 + 0,399t - 3,4 \times 10^{-3} t^2 ; \quad (165a)$$

$$Y''_B = 37,7 e\{0,0047t\} ; \quad (166)$$

$$Y''_B = 40,4 e\{0,0043t\} ; \quad (166a)$$

$$Y'''_B = 0,207t + 37,4 ; \quad (167)$$

$$Y''' = 0,192t + 40,3 . \quad (167a)$$

Кривые, рассчитанные по формулам (165) - (167), отличаются несущественно. Поэтому для расчетов может быть использована любая из приводимых ниже кривых зависимости коэффициента возвратности от затрат времен; однако для практических целей предпочтительнее использовать кривые (168) - (170) (рис. 32).

$$K'_{B03} = \frac{1}{0,605 (1 - 5,65 \times 10^{-5} t^2)} = \frac{1,65}{(1 - 5,65 \times 10^{-5} t^2)} ; \quad (168)$$

$$K''_{B03} = \frac{1}{1 - 0,377 \exp\{47 \cdot 10^{-4} t\}} ; \quad (169)$$

$$K'''_{B03} = \frac{1}{0,626 (1 - 33 \times 10^{-4} t)} = \frac{1,60}{1 - 33 \times 10^{-4} t} . \quad (170)$$

Отметим, что в данном исследовании мы ограничились диапазоном затрат времени на передвижение $10 < t < 60$, в котором доля возвратных передвижений в любом интервале не выходит за пределы 50%. Однако в других интервалах затрат времени (за пределами 60 минут) зафиксировано, что доля возвратных передвижений устойчиво превышает

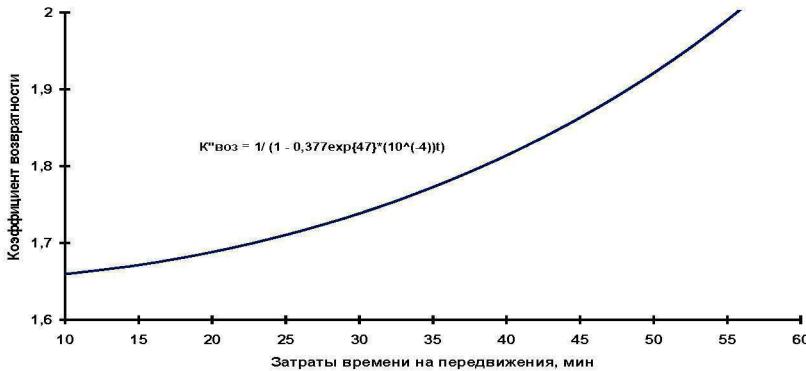


Рис. 32 Зависимость коэффициента возвратности от затрат времени на передвижение

50%, что имеет вполне логичное объяснение

Анализ направленочно-целевой структуры передвижений свидетельствует о необходимости более глубокого изучения процесса внутригородских передвижений и уточнения на этой основе схемы расчета корреспонденций и пассажиропотоков. Использование зависимости коэффициента возвратности от затрат времени позволяет рассчитать их для каждой связи i и j в отличие от общепринятой схемы, когда $K_{воз}$ принимается единым по городу в целом. С учетом структуры передвижений по направлениям для расчета пассажиропотоков могут использоваться следующие схемы:

- 1) трудовые передвижения из дома ($K_{воз}=2$) - культурно-бытовые из дома ($K_{воз}=2$) - все передвижения не из дома ($K_{воз}=1$);
- 2) трудовые передвижения из дома ($K_{воз}=1$) - культурно-бытовые передвижения из дома ($K_{воз}=1$); возвратные из мест труда; возвратные из объектов другого назначения.

4.9. Анализ взаимосвязи суточной подвижности и ее пространственно-временных характеристик - механизм действия закона самоорганизации городского движения Г.А.Гольца

4.9.1. Постановка задачи

Городскому движению, являющемуся сложной социально-экономической системой, присущее такое свойство, как адаптация и наличие элементов самоорганизации в различных формах (см. гл. 1). Транспортная система города должна непрерывно приспосабливаться к потребностям населения для обеспечения максимально необходимого объема перевозок пассажиров и грузов при наименьших народохозяйственных затратах. Это условие можно трактовать как условие самоорганизации системы в целом. С учетом самоорганизации городского движения Г.А.Гольц предположил, что “конструирование нормативов в области временной доступности всегда базировалась на полуусознанном наличии в реальной действительности стабилизирующихся (самоорганизующихся) затрат времени на передвижения” [95, с.15] и получил константы пространственной самоорганизации населения в городской среде. Проверка предположения требует раскрытия механизма самоорганизации внутригородских передвижений. Автором настоящей работы была выдвинута гипотеза [52, 59, 62, 72] и затем показано, что под влиянием планируемого суточного количества передвижений изменяются параметры подвижности.

Традиционным в исследованиях внутригородских передвижений является выявление их суточного количества, последовательности совершения и характеристика каждого из передвижений по затратам времени, цели, способу передвижения и т.п. В результате обследования внутригородских передвижений выявляются усредненные показатели подвижности (всеми способами и на транспорте), затрат времени, дальности и зависимости пользования транспортом от L или T . При таком подходе отсутствует увязка выявленных усредненных параметров с суточным количеством передвижений и их структурой по циклам. Представляется, что на современном этапе исследований более продуктивным является такой подход, когда необходимые расчетные параметры выявляются исходя из суточного количества передвижений и поездок. Реализация этого подхода требует принципиального изменения методики обработки материалов анкетных обследований передвижений. При этом общее количество обследованных дифференцируется на первом этапе на групп-

пы по суточному количеству передвижений ($0,1,2,\dots, k$). Последующая дифференциация может осуществляться по социальным и демографическим группам, целям и направлениям передвижений и т.п. Тогда одним из важнейших результатов исследований будет выявление количественных закономерностей связи между подвижностью, с одной стороны, и такими ее основными характеристиками, как суммарные суточные затраты времени, скорость перемещения в городском пространстве, коэффициент пользования транспортом - с другой (вспомогательным является суточная дальность перемещения). Методологической основой предлагаемого подхода является использование стабильности затрат времени в суточном цикле, которые население может выделять на передвижения.

Фактическая подвижность населения является результатом компромисса между потребностями населения в передвижениях и возможностями их реализации в сложившихся планировочных и транспортных условиях в пределах суточного баланса времени. Таким образом, соотношением фактической и требуемой подвижностью характеризуется степень удовлетворения потребностей в передвижениях (в первую очередь, в поездках). Потребности населения в передвижениях формируются под влиянием людности города, климатических условий, социально-демографической структуры населения, расселения относительно основных фокусов массового тяготения, развития телефонизации и других средств массовой коммуникации, уровня культуры города. Следует отметить, что формирование потребности в передвижениях в рамках городского и пригородного пространства ограничено теми временными затратами, которые население может выделить в суточном бюджете на передвижения. Хотя уровень "планирования" индивидом суточных передвижений колеблется в широком диапазоне (от 0 до 1), в среднем можно говорить об общественно необходимых суточных затратах времени на передвижения и общественно необходимой суточной подвижности. Ограничения, вызванные линейными размерами города, расстояниями между его корреспондирующими территориями, уровнем развития системы ГПТ и уровнем индивидуальной автомобилизации, заставляют население выбирать способ передвижения (а, следовательно, и уровень пользования транспортом), минимизирующий сумму затрачиваемого на передвижения суточного времени.

Выбор способа передвижения осуществляется в рамках двух альтернатив: 1) выигрыш в суммарном времени - проигрыш в стоимости

передвижения; 2) экономия затрат на передвижения (даже полное отсутствие таких затрат при передвижении пешком) - проигрыши во времени. Учтем, что в рамках этих альтернатив имеется множество путей передвижений, учитывающих реакцию населения (затраты времени) на подход к транспортному средству, его ожидание или подготовку к движению, собственно пребывание в транспорте и т.д.

Обратимся к тем немногочисленным данным, которые имелись по данному вопросу до нашего исследования. Проведенные в разные годы обследования бюджетов времени населения [11] показали, что рабочие промышленных предприятий затрачивали на передвижения в Красноярске 1,1 ч. - мужчины, 1,4 ч. - женщины, в Свердловске - соответственно 1,3 и 1,2 ч., в Горьком - 1,0 и 1,1 ч., в Ростове-на-Дону - 1,0 и 1,5 ч., в Иваново - 1,1 и 1,3 ч.. Приведенные данные относятся к обследованиям бюджетов времени, выполненным в 1963 г. (в будний день). Следует отметить, что по результатам международного обследования в Пскове [11] получены, на наш взгляд, более корректные данные - суммарные затраты времени на все передвижения составляли у мужчин 1,5 ч. , а у женщин - 1,4 ч. (табл. 73).

**Таблица 73
Затраты времени на передвижения в суточном бюджете времени
за день недели, час [11, с.194]**

Город	Затраты времени на передвижения							
	у мужчин			у женщин			Количество	
	трудовые	не трудовые	все передвижения	трудовые	не трудовые	все передвижения	обследованных	
							муж.	жен
Псков	0,7	0,8	1,5	0,6	0,9	1,4	1079	1574
Иваново	0,7	0,3	1,0	0,8	0,5	1,3	74	170
Горький	0,7	0,3	1,0	0,7	0,4	1,1	238	297
Ростов-на-Дону	0,6	0,3	0,9	0,8	0,6	0,4	51	104
Свердловск	0,7	0,4	1,1	0,7	0,4	1,1	99	182
Красноярск	0,7	0,4	1,1	0,8	0,4	1,2	595	364

Примечание: Под трудовыми передвижениями понимались передвижения к месту работы и обратно, а под нетрудовыми - передвижения, не связанные с работой [11, с.83, табл.8].

Как видно из табл. 73, затраты времени на передвижение к месту работы и обратно не зависят от величины города и составляют 0,7 ч в

сутки у мужчин и 0,8 ч у женщин. На эти показатели не повлияли даже различия в структуре выборки: в Пскове обследовалось взрослое население, а в других городах - только работающие в промышленности. Однако эти различия оказались на величине затрат времени при передвижениях к объектам культурно-бытового назначения: в Пскове 0,8 ч у мужчин, а в других городах - 0,3-0,4 ч; у женщин в Пскове 0,9 ч, в других городах 0,4-0,6 ч. Таким образом, в суточном бюджете времени население может выделять на передвижения 1,4-1,5 часа. Естественно, что величина затрат времени на передвижения зависит не только от цели передвижения, пола, но и от таких факторов, как характер занятости, возраст, день недели. Покажем это на примере обследования в Пскове [11, прил.3, табл.3, 4, 8, 12, 16].

Данные табл.74 подтверждают влияние характера занятости, возраста и дня недели на затраты времени, связанные с передвижениями. Следует при этом выделить такой фактор, как возраст. Обследованиями в Пскове доказано уменьшение свободного времени с увеличением возраста (табл. 75).

Таблица 74
Затраты времени на передвижения населения Пскова [11],
час за день недели

Характеристика населения	Передвижения мужчин			Передвижения женщин		
	трудовые	не трудовые	все	трудовые	не трудовые	все
По занятости						
работающие	0,7	0,8	1,5	0,6	0,8	1,4
не работающие	0,1	1,4	1,5	0,0	1,2	1,2
все население	0,6	0,8	1,4	0,5	0,9	1,4
По семейному положению						
женатые (замужние)	0,7	0,7	1,4	0,6	0,8	1,4
не женатые (не замужние)	0,6	1,0	1,6	0,6	0,9	1,5
По возрасту						
18 - 24	0,6	0,9	1,5	0,6	1,0	1,6
25 - 29	0,6	0,9	1,5	0,6	1,0	1,6
30 - 39	0,7	0,7	1,4	0,5	0,8	1,3
40 - 49	0,7	0,6	1,3	0,6	0,7	1,3
50 - 59	0,7	0,5	1,2	0,5	0,7	1,2
60 - 64	0,7	0,4	1,1	0,4	0,5	0,9

По дню недели						
нормальный рабочий день	0,8	0,5	1,3	0,7	0,7	1,4
сокращенный рабочий день	0,8	0,7	1,5	0,7	0,8	1,5
воскресенье, праздничный день, день отдыха	0,0	1,8	1,8	0,0	1,5	1,5
выходной день в воскресенье	0,7	0,6	1,3	0,6	0,7	1,3
нерабочий день в связи с болезнью или отпуском	0,1	1,4	1,5	0,0	1,2	1,2

Еще раз подчеркнем, что суммарное время, которое человек может выделить в своем суточном балансе для передвижений, в среднем составляет 1,4-1,5 ч. Таким образом, суточное количество передвижений зависит от средних затрат времени на одно передвижение (при прочих равных условиях). Следовательно, новый этап исследования внутригородской подвижности следует начинать с изучения влияния суточного количества передвижений на их параметры.

Таблица 75
Взаимосвязь возраста, пола и свободного времени (Псков, 1965),
ч [11]

Возраст, лет	Мужчины	Женщины
18 - 24	5,7	4,5
25 - 29	4,9	3,1
30 -39	4,6	2,7
40 - 49	4,6	2,6
50 - 59	4,6	2,7
60 - 64	3,6	3,4

Методика выявления механизма самоорганизации внутригородских передвижений должна способствовать выделению гомогенных групп населения. В связи с этим анализ осуществлен для отдельных социальных групп: работающее население (рабочие и служащие) и неработающее население (пенсионеры и домохозяйки). При этом в каждой группе выделены подгруппы с подвижностью $P=1,2, 3, \dots$ передвижения, что в определенной мере позволило учесть влияние соотношения рабочего времени и нерабочего времени.

Ниже приводятся некоторые результаты анализа механизма самоорганизации внутригородских передвижений.

4.9.2. Анализ влияния суточной подвижности на коэффициент пользования транспортом

Проверка влияния суточной подвижности на коэффициент пользования транспортом q подтвердила наличие такой связи:

$$q = 0,315 + \frac{0,685}{P_{\text{сут}}} \quad (171)$$

Анализ долевого влияния суточной подвижности на величину q показал, что если при $P_{\text{сут}} = 1$ оно составляет 68,5%, то при $P_{\text{сут}} = 10$ влияние этого фактора снижается до 17,8%. Однако при наиболее распространенной подвижности, равной трем передвижениям в сутки, влияние этого фактора составляет 42%. Таким образом, с ростом суточной подвижности коэффициент пользования транспортом уменьшается (рис.33).

Выполненная нами обработка данных по Ленинграду подтвердила сделанный выше вывод:

$$q = 0,253 + \frac{0,616}{P_{\text{сут}}} \quad (171a)$$

($r = 0,946$, $t_r = 7,182$, $t_z = 4,018$, $F = 8,225$, при $n = 8$).

При этом лучшая аппроксимация имеет вид:

$$q = 0,812 - 0,263 \ln P_{\text{сут}}$$

($r=0,969$, $t_r=9,557$, $t_z=4,630$, $F=13,904$).

Цель передвижения несомненно влияет на коэффициент пользования транспортом (КПТ). Из табл.76 видно, что с ростом суточной подвижности КПТ имеет тенденцию к изменению, т.е. хотя с ростом подвижности число передвижений, совершаемых на транспорте, увеличивается, их удельный вес в общем количестве передвижений уменьшается. Аналогично уменьшаются с ростом подвижности коэффициенты пользования транспортом передвижений к культурно-бытовым и возвратным целям. Графически это можно представить в виде гиперболы. Однако совершенно иной представляется картина изменения КПТ для трудовых целей (см.табл.76): он изменяется по синусоиде, снижаясь с ростом

четной суточной подвижности, при нечетной подвижности ($P = 3$ и 5) КПТ максимален: $0,656$ и $0,548$ соответственно.

Таблица 76
Влияние суточной подвижности на коэффициент пользования транспортом

Суточная подвижность	Цели передвижения			Итого
	трудовые	культурно-бытовые	возвратные	
2	0,604	0,600	0,602	0,602
3	0,656	0,500	0,520	0,553
4	0,454	0,462	0,465	0,462
5	0,548	0,358	0,600	0,492
6	0,333	0,408	0,446	0,420

Многочисленными исследованиями установлена зависимость коэффициента пользования транспортом от затрат времени на передвижения. Для объяснения зависимости $q = f(P_{\text{сут}})$ рассмотрим вначале влияние суточной подвижности на суточные затраты времени.

4.9.3. Анализ влияния суточной подвижности на суточные затраты времени

Суточные затраты времени на передвижения различных социальных, возрастных групп населения, их целевая и направленческая структура до настоящего времени практически не исследовалась. В общем случае величина суточных затрат времени $T_{\text{сут}}$ может быть представлена

$$T_{\text{сут}} = \bar{P}_{\text{сут}} \bar{t} \quad (172)$$

так:

где \bar{t} - средние затраты времени на передвижение;

$\bar{P}_{\text{сут}}$ - суточная подвижность.

Как следствие (172), анализировать суточные затраты времени на передвижение можно по материалам обследований бюджетов времени или внутригородских передвижений различных категорий населения. Данные, полученные первым способом, определяют суточные затраты времени на передвижения в диапазоне 1,3-1,5 ч (70-90 мин) до 2-2,3 ч (120-140 мин). По мнению Г.А.Гольца [94,95] средние суточные и

пределные суточные затраты времени на все передвижения в расчете на одного передвигающегося составляют 70-90 минут (в т.ч. на трудовые передвижения 20-40 минут) и 240 (в т.ч. на трудовые - 120 минут).

Исследование передвижений показало, что (табл.77) суточные затраты времени колеблются от 60 до 120 мин, причем отмечается хронологический рост этого показателя. Так, в 1966 г. в Усть-Каменогорске $T_{\text{сут}}$ составляло 63,4мин, а в 1980 г. - 78,5 мин. Соответствующие данные по Чимкенту в 1966 г. составляли 62,7 мин, а в 1977 г. - 71,3 мин.

Можно указать на определенную тенденцию роста суточных затрат времени на передвижение с уменьшением людности города. Так, в Алма-Ате величина $T_{\text{сут}}$ равнялась 68 мин, в Семипалатинске - 77,2 мин (1985 г.), в Усть-Каменогорске - 78,5 мин (1980 г.), Кустанае - 103,9 мин (1986 г.). Пол обследуемых существенного влияния на суточные затраты времени не оказывает. Например, в Алма-Ате $T_{\text{сут}}$ у мужчин составило 68,2 мин, у женщин - 67,9 мин, в Семипалатинске - соответственно 75,6 и 78,8 мин, в Усть-Каменогорске 80 и 77 мин. В то же время возраст существенно влияет на суточные затраты времени на передвижение (рис.22). Наибольшая величина $T_{\text{сут}}$ характерна для возрастной группы 18-25 лет; наименьшая - для возрастной группы 7-13 лет. При этом для одной и той же возрастной группы суточные затраты времени на передвижение существенно различаются у мужчин и женщин. Так, в группе 26-40 лет в Алма-Ате $T_{\text{сут}}$ соответственно составило 81,5 и 73,9 мин в Кустанае аналогичные показатели оказались равными 116,7 и 129,9 мин (более подробно см.3.4).

Таблица 77

Влияние людности города на величину суточных затрат времени на передвижения, мин

Город	Год обсле- дования	Суточные затраты вре- мени		Суточная подвижность		Средние затраты вре- мени	
		м	ж	м	ж	м	ж
Алма-Ата	1984	68,2	67,9	2,79	3,17	24,2	21,4
Екатеринбург	1965		77,3		3,02		25,6
Пермь	1974		81,5		2,88		28,3
Нижний Тагил	1974		87,8		3,09		28,4
Оренбург	1973		82,4		2,94 3,07		27,2
Семипалатинск	1985	75,6	78,7	2,74	2,76	27,6	28,5
Усть-	1976		63,4		2,72		23,3
Каменогорск	1980	80,0	77,0	2,88	2,97	27,8	25,9
Чимкент	1966		62,7		2,48		25,3
	1977		73,1		2,62		27,2
Уральск	1980	87,2	80,1	2,83	2,99	30,8	26,8
Кустанай	1975		70,1		2,86		24,5
	1986	99,2	108,6	2,77	2,86	35,8	38,5

Примечание: Города расположены в порядке убывания численности населения

Расчеты подтвердили, что между величиной суточных затрат времени на передвижения и подвижностью $P_{сут}$ имеется линейная связь, близкая к функциональной:

$$T_{сут} = a P_{сут} + b \quad (P > 1), \quad (173)$$

$$\text{следовательно } P_{сут} = (T_{сут} - b)/a.$$

Величина a является постоянной для городов разной людности, не зависит от подвижности и характеризует минимальные суточные затраты времени на передвижение ($b = 34,1-35,5$ мин). Примем $b=35$ мин. Величина a - это минимально необходимые удельные затраты времени на передвижение ($a = 16,1-16,6$ мин). Таким образом, суточные затраты времени на передвижение складываются из двух частей - зависящей и не зависящей от суточной подвижности:

по Кустанай

$$T_{сут} = 16,6 P_{сут} + 34,1 \quad (174)$$

$(r = 0,986, t_r = 12,062, t_z = 4,325, F = 29,900)$;
по Ленинграду

$$T_{\text{сут}} = 12,51 P_{\text{сут}} + 32,6 \quad (175)$$

$$(r = 0,988, t_r = 15,958, t_z = 5,754, F = 37,235).$$

Таким образом, величина в при диапазоне численности населения от 150 до 4000 тыс.чел. оказалось стабильной. Очевидно, что средние затраты времени на одно передвижение как следует из (173), описываются гиперболой:

$$\bar{t} = \frac{T_{\text{сут}}}{P_{\text{сут}}} = a + \frac{b}{P_{\text{сут}}} \quad (176)$$

Так как \bar{t} с учетом коэффициента пользования транспортом q имеет вид:

$$\bar{t} = \bar{t}_{\text{пеш}}(1 - q) + \bar{t}_{\text{тр}} q,$$

а \bar{t} описывается моделью (176), то

$$P_{\text{сут}} = \frac{b}{\bar{t}_{\text{пеш}}(1 - q) + \bar{t}_{\text{тр}} q - a},$$

где знаменатель представляет собой выражение $b = \bar{t} - a$.

Величину средних затрат времени на пешеходные и транспортные передвижения необходимо определить в зависимости от суточной подвижности. Так, по Кустаняю

$$\begin{aligned} \bar{t}_n &= 10,6 + \frac{6}{P_{\text{сут}}} & (r = 0,930), \\ a - \bar{t}_{\text{тр}} &= 55,1 - 4,2P_{\text{сут}} & (r = 0,951). \end{aligned}$$

$$\text{Тогда } \bar{t} = (10,6 + \frac{6}{P_{\text{сут}}}) (1 - q) + (55,1 - 4,2P_{\text{сут}})q. \quad (177)$$

Как видно из табл. 78, с ростом суточной подвижности ее долевое влияние на затраты времени на передвижение пешком уменьшается с 36,1% при $P_{\text{сут}} = 1$ до 8,6% при $P_{\text{сут}} = 6$. В пределе \bar{t}_n стремится к 10-12 мин. Эта величина может быть принята в качестве характеристики

пешеходной подвижности как константа. Обратная картина наблюдается при анализе влияния суточной подвижности на величину средних затрат времени с использованием транспорта - доля затрат времени, зависящих от подвижности, быстро возрастает: с 8,2% при $P_{сут}=1$ до 84,3% при $P_{сут} = 6$.

Таблица 78
Долевое влияние суточной подвижности на удельные затраты времени на передвижение

Показатель	Ед. изм.	Суточная подвижность					
		1	2	3	4	5	6
$t_{неп}$	мин	16,6	13,6	12,6	12,1	11,8	11,6
$\Delta t_{неп} = f(P_{сут})$	мин	6	3	2	1,5	1,2	1,0
	%	36,1	22,1	15,9	12,4	10,2	8,6
t_{tp}	мин	50,9	46,7	42,5	38,3	34,1	29,9
$\Delta t_{tp} = f(P_{сут})$	мин	4,2	8,4	12,6	16,8	21,0	25,2
	%	8,2	18,0	29,6	43,9	61,6	84,3

Модель (177) может быть упрощена, если использовать зависимость коэффициента пользования транспортом от суточной подвижности - формула (171). Тогда

$$\bar{t} = 21,7 - 1,32 P_{сут} + \frac{34,6}{P_{сут}} - \frac{4,1}{P_{сут}^2} . \quad (178)$$

Более простая модель имеет вид:

$$\underline{t}_1 = 16,6 + 34,1/P_{сут} \quad (r = 0,986) ;$$

$$\text{и} \quad \underline{t}_2 = 16,1 + 36,5/P_{сут} \quad (r = 0,980) ;$$

$$\text{в среднем} \quad \bar{t} = 16,5 + 3,53/P_{сут}$$

По Ленинграду аналогичные зависимости имеют вид:

$$\underline{t}_1 = 14,5 + 25,6/P_{сут} \quad (r = 0,975) ;$$

$$\underline{t}_2 = 12,5 + 32,6 / P_{сут} \quad (r = 0,988) ;$$

$$\text{в среднем} \quad \bar{t} = 13,5 + 29,1 / P_{сут} .$$

Так как и коэффициент пользования транспортом, и средние затраты времени на передвижение зависят, как это доказано выше, от суточной подвижности, то и коэффициент пользования транспортом является функцией средних затрат времени.

4.9.4. Анализ влияния суточной подвижности на ее структуру по направлениям и целям

Ранее нами была доказана устойчивость соотношения прямых и возвратных передвижений в городах разной людности и подробно исследована целевая структура суточной подвижности социальных и поло-возрастных групп населения.

Показатели, характеризующие целевую структуру подвижности, зависят от классификации передвижений. В работе [30,34] нами отмечено, что нецелесообразна слишком детальная разбивка передвижений по целям, однако нецелесообразно и чрезмерное укрупнение передвижений по целям, в частности только в две (трудовые и культурно-бытовые) или четыре группы. Тем не менее в практических целях такая классификация широко используется. В связи с этим в качестве показателя целевой структуры подвижности на первом этапе может быть принято соотношение подвижности по всем не-трудовым целям P_n и прямой трудовой подвижности P_t , либо удельный вес подвижности с К-й целью P_k в общей подвижности $P_{сут}$:

$$Y_{c1} = P_n / P_t^n ; \quad (179)$$

$$(P_n + P_t^n = P_{сут});$$

$$Y_{c2} = 10^2 P_k / P_{сут} . \quad (180)$$

Использование указанных формул требует решения ряда методологических вопросов. В частности, используя формулу (179), в состав трудовой подвижности необходимо включать и учебные передвижения школьников, учащихся ПТУ, студентов дневных вузов и техникумов. При этом речь идет о прямых трудовых передвижениях. В состав нетрудовых передвижений включаются культурно-бытовые и все возвратные, хотя определенная их часть связана с реализацией связи "место работы - место жительства" (т.е. речь идет о возвратных трудовых передвижениях). Кроме того, деловые передвижения также включаются в укрупненную группу "нетрудовые передвижения".

Предложенная нами классификация передвижений на 12 групп дает возможность использовать формулу (180), учитывающую и цели, и направления передвижений. Это особенно важно в связи с отсутствием у ряда социальных и возрастных групп населения трудовых передвижений (пенсионеры, домохозяйки, надомники); в этом случае показатель Y_{c1} обращается в бесконечность.

Как видно из табл.79, с ростом суточной подвижности удельный вес трудовых передвижений уменьшается до некоторой постоянной величины в 23-24%, а удельный вес нетрудовых - растет. В то же время

изменение доли передвижений с той или иной нетрудовой целью отличается своеобразием. Весьма своеобразным является изменение доли культурно-бытовых и возвратных передвижений суточной подвижности: при четной подвижности удельный вес культурно-бытовых и возвратных передвижений возрастает, а при нечетной стабилен или имеет слабо выраженную тенденцию к росту.

**Таблица 79
Целевая структура суточной подвижности населения Кустаная**

Суточная подвижность	Передвижения					Итого	P_n / P_{n_t}		
	трудо-вые	нетрудо-вые	В том числе						
			дело-вые	культ. быт.	возвр.				
2	34,9	65,1	0,4	15,1	49,6	100	1,86		
3	27,3	72,7	1,5	38,4	32,8	100	2,66		
4	26,2	73,8	0,5	28,3	45,0	100	2,82		
5	23,6	76,4	3,3	39,4	33,7	100	3,24		
6	24,0	76,0	4,0	32,7	39,3	100	3,17		

Таким образом, анализ по Кустанай показал, что величина Y_{c1} зависит от суточной подвижности. Рассмотрим, как влияет при этом способ передвижения. Как видно из табл.80, способ передвижения по-разному влияет на целевую структуру подвижности. При поездках величина Y_{c1} растет с увеличением подвижности; при пешеходных передвижениях имеет место волнообразная кривая.

**Таблица 80
Соотношение нетрудовой и трудовой подвижности P_n / P_{n_t}
в зависимости от суточной ее величины и способа передвижения
(Кустанай, 1986 г.)**

P_{c1}	При передвижениях	
	пешком	на транспорте
2	1,88	1,85
3	3,68	2,11
4	2,75	2,87
5	3,86	2,85
6	2,62	4,25

Выше была рассмотрена целевая структура передвижений всей совокупности населения. Рассмотрим теперь, как изменяется целевая структура подвижности различных социальных групп. Согласно табл.81 целевая структура передвижений рабочих и служащих, студентов и школьников имеет одинаковый характер. Так, для этих социальных групп большая доля трудовых передвижений отмечается при суточной подвижности 2, причем с увеличением суточной подвижности доля трудовых передвижений уменьшается до некоторой величины: для рабочих и служащих - до 27%, для студентов и школьников - до 16-20%; удельный вес нетрудовых передвижений возрастает.

Таблица 81
Влияние социальной группы на целевую структуру подвижности

Суточная подвижность	Рабочие и служащие			Студенты			Школьники		
	Передвижения								
	труд	нетр.	P_n/P_t	труд	нетр.	P_n/P_t	труд	нетр.	P_n/P_t
2	46,2	53,8	1,16	49,2	50,8	1,03	47,1	52,9	1,12
3	31,6	68,4	2,16	33,5	66,5	1,98	30,9	69,1	2,24
4	31,1	68,9	2,22	28,1	71,9	2,56	26,6	73,4	2,76
5	27,2	72,8	2,68	20,0	80,0	4,00	20,0	80,0	4,00
6	27,7	72,3	2,61	16,6	83,4	5,02	19,1	80,9	4,24

Общим у всех рассмотренных социальных групп является превышение доли нетрудовых передвижений над удельным весом трудовых прямых передвижений. Из табл.81 видно, что отношение нетрудовых передвижений к трудовым P_n/P_t для всех групп населения всегда больше единицы и с ростом суточной подвижности увеличивается. Таким образом, изменение целевой структуры передвижений различных социальных групп так же, как это было установлено для всей совокупности населения, находится в прямой зависимости от суточной подвижности, а именно: с ростом суточной подвижности удельный вес трудовых передвижений уменьшается, а нетрудовых - увеличивается.

Анализируя данные табл.82, можно сказать, что в рабочие дни, а также в субботу у всех рассматриваемых социальных групп P_n/P_t по мере роста суточной подвижности увеличивается, т.е. доля трудовых передвижений с ростом суточной подвижности уменьшается, а нетрудовых увеличивается. Важно отметить, что в субботу при суточной подвижности 5 и 6, а также в воскресенье трудовые передвижения не со-

вершаются всеми группами населения, за исключением рабочих и служащих, которые в воскресенье при суточной подвижности 2 совершают трудовые передвижения, но их удельный вес невелик (7,6%). В связи с этим весьма очевидна возможность и даже необходимость сокращения количества единиц ГПТ в воскресные дни.

Таблица 82
Влияние суточной подвижности, социальной группы и дня недели на целевую структуру передвижений, %

Суточная подвижность	День недели	Рабочие и служащие			Студенты			Школьники		
		Передвижения								
		труд.	не-труд.	Рн/Рт	труд.	не-труд.	Рн/Рт	труд.	не-труд.	Рн/Рт
2	Рабочие	49,4	50,6	1,02	50,0	50,0	1,00	48,7	51,3	1,05
	Суббота	32,0	68,0	2,12	47,8	52,2	1,09	51,7	48,3	0,93
	Воскресенье	7,8	92,2	11,2	-	100,0	-	-	100,0	-
3	Рабочие	32,4	67,6	2,08	33,2	66,8	2,01	32,0	68	2,12
	Суббота	16,6	83,4	5,02	33,3	66,7	2,00	33,3	66,7	2,00
	Воскресенье	-	100,0	-	-	100,0	-	-	100,0	-
4	Рабочие	31,6	68,4	2,16	28,5	71,5	2,5	26,5	73,5	2,77
	Суббота	25,0	75,0	3,00	25,0	75,0	3,0	26,3	73,7	2,80
	Воскресенье	-	100,0	-	-	100,0	-	-	100,0	-
5	Рабочие	26,3	73,7	2,80	20,0	80,0	4,0	20,0	80,0	4,00
	Суббота	-	100,0	-	-	100,0	-	20,0	80,0	4,00
	Воскресенье	-	100,0	-	-	100,0	-	-	100,0	-
6	Рабочие	28,3	71,7	2,53	16,8	83,2	4,95	19,1	80,9	4,23
	Суббота	-	100,0	-	-	100,0	-	-	100,0	-
	Воскресенье	-	100,0	-	-	100,0	-	-	100,0	-

Таким образом, полностью подтвердилась гипотеза о зависимости целевой структуры передвижений от суточной подвижности. Проверка этой гипотезы показала, что, хотя передвижения с той или иной нетрудовой целью отличаются своеобразием, в общем структура передвижений находится в прямой зависимости от суточной подвижности, а именно: с ростом суточной подвижности удельный вес трудовых передвижений уменьшается, а нетрудовых увеличивается. Дальнейшая проверка подтвердила, что эта зависимость выполняется и для каждой отдельной социальной группы населения, а также и в разные дни недели.

5. Организационно - экономические механизмы удовлетворения потребностей населения городов в передвижениях на ГПТ

5.1. Маркетинг качества перевозок

5.1.1. Сравнительный анализ фактических и желаемых затрат времени на поездку

Переход к рыночным отношениям требует выявления не только количественных величин спроса населения на транспортные услуги (в частности, на ГПТ), но и качественных характеристик этого спроса (таких, как желаемые затраты времени, например).

Ниже приводятся результаты (табл.83) сравнительного анализа фактических и желаемых затрат времени на передвижение (поездки) с использованием пакета анкет, предложенных автором (см.гл.3 и приложение1). Отметим, что анализ выполняется не только в целом по всей совокупности передвижений (поездок), но и впервые дифференцированно по направлениям и типам передвижений. Естественно, что в этом случае приходится считаться с известным противоречием, состоящим в том, что общий показатель выявляется (прогнозируется) точнее, чем его составляющие.

Очевидно, что трудовые передвижения являются практически “обязательными” для подавляющего большинства трудоспособного населения города. В силу регулярности их совершения респонденты дают достаточно точные ответы о фактических затратах времени на передвижения и поездки по этой цели. Отметим, что чем выше оценка респондентом ценности своего времени, тем больше расхождение между фактическими и желаемыми величинами затрат времени на трудовые передвижения. Рассмотрим этот вопрос подробнее.

При передвижениях с трудовой целью *пешком* наименьшие затраты времени среди всех социальных групп населения у рабочих - фактическое время составляло 17 мин, а желаемое - 15 мин. Однако уже у ИТР и служащих фактические затраты времени при пешеходных передвижениях на работу в 1,3-1,6 раза выше, чем у рабочих. В этих социальных группах при весьма высоких затратах времени на трудовые передвижения пешком (23,4 и 27 мин), практически нет расхождения между желаемым и фактическим временем (у ИТР соответственно 23,6 и

Таблица 83

Фактические и желаемые величины затрат времени на передвижение респондентов различных социальных групп в зависимости от цели и способа их совершения, мин

23,4 мин, а у служащих желаемое время даже на 2,6 минуты больше фактического, т.е. 29,6 и 27 мин). С ростом образования и уровня квалификации средние затраты времени на трудовые передвижения увеличиваются: у научных работников при передвижениях пешком они составили 29,8 мин, а желаемые - 30 мин. Однако у предпринимателей, имеющих наивысшие затраты времени на трудовые передвижения, желаемые величины при передвижениях пешком в 2,5 раза ниже, чем фактические значения.

Рассмотрим соотношения фактических и желаемых затрат времени на трудовые поездки с использованием ГПТ. У рабочих, как и при передвижениях пешком, фактические и желаемые затраты времени ниже, чем у ИТР, служащих и научных работников, однако желаемые затраты времени во всех этих категориях только на 7-10% отличаются от фактических значений. У предпринимателей и студентов желаемые значения затрат на трудовые поездки практически в два раза ниже фактических значений. Например, у предпринимателей фактические затраты времени на трудовую поездку 36,3 минуты, а желаемые - 19,5 мин.

Как свидетельствуют данные табл.83-85, соотношение фактических и желаемых затрат времени на передвижение от места работы до места жительства идентичны прямым трудовым передвижениям.

Рассмотрим теперь нетрадиционные в транспортно-социологических исследованиях передвижения из мест жительства к бытовым, торговым и культурным объектам своего района места жительства, т.е. передвижения, как правило, на короткие расстояния. Действительно, как свидетельствуют данные табл.83, средние затраты времени на пешеходное передвижение к объектам торговли и предприятиям бытового обслуживания своего района места жительства (и фактические, и желаемые) весьма невелики - от 5 до 10 мин. Более того, и поездки на ГПТ по этой цели не превышают 12-15 минут. В основном желаемые затраты времени близки к фактическим, незначительно отличаясь от них в большую или меньшую сторону. У всех категорий населения, кроме пенсионеров, отмечается желание уменьшить затраты времени на передвижение.

Аналогичные выводы можно сделать в отношении передвижений от места жительства к объектам культуры своего района.

Особое место в общей иерархии передвижений занимают передвижения от места жительства до центра города. У рабочих фактические и желаемые затраты пешком совпадают и равны в среднем 15 мин;

однако средние затраты времени на поездку к центру города хотя и совпадают, но в 2,5 раза больше пешеходных затрат времени. С ростом образования фактические затраты времени на сообщение с центром возрастают, как и расхождение между фактическими и желаемыми затратами времени. Обращает на себя внимание тот факт, что у служащих, научных работников и студентов пешеходные затраты времени в направлении центра города вполне сопоставимы с затратами времени на ГПТ.

В целом, следует отметить удивительное обстоятельство: на данном этапе респонденты в основном удовлетворены фактическими затратами времени.

Таким образом, данные табл. 83 можно рассматривать как основу для создания социальных нормативов затрат времени на ГПТ. В дальнейшем рост автомобилизации может привести к уменьшению величин желаемых затрат времени; но не обязательно - в силу нарастания транспортных затруднений.

Для проверки полученных выводов был выполнен анализ фактических и желаемых затрат времени на передвижение в зависимости от возраста респондентов (табл.84 и 85).

С увеличением возраста соотношение желаемой и фактической продолжительности трудового передвижения *пешком* растет, достигая максимума в группе респондентов от 40 до 49 лет. Таким образом, лица в возрасте старше 40 лет хотели бы иметь место работы в зоне 25-35 - минутной пешеходной доступности. Респонденты именно этой возрастной группы при трудовых поездках на ГПТ хотели бы резко снизить продолжительность поездки (до 30 мин). В целом соотношение желаемой и фактической продолжительности трудовой поездки растет с увеличением возраста, достигая единицы в возрастной группе 30-39 лет. Как видно из табл.84, это соответствует фактическим затратам времени в 32,6 мин при прямой поездке и 35,5 мин при возвратной трудовой (желаемое время соответственно 33,9 и 33,5мин). Таким образом, действующий в настоящее время норматив затрат времени на трудовое передвижение для крупных и крупнейших городов явно завышен.

Соотношение желаемых и фактических затрат времени на поездку от места жительства к центру города равное в возрастной группе 15-19 лет (0,44) с увеличением возраста растет и достигает единицы в группах старше 30 лет. Такое соотношение соответствует примерно 30-минутной

Таблица 84

Фактические и желаемые затраты времени респондентов на передвижения в зависимости от возраста, мин

Направление и цель передвижения	Возраст, лет																							
	15 - 19				20 - 24				25 - 29				30 - 39				40 - 49				50 - 59			
	пешком		ГПТ		пешком		ГПТ		пешком		ГПТ		пешком		ГПТ		пешком		ГПТ		пешком		ГПТ	
	Ф	Ж	Ф	Ж	Ф	Ж	Ф	Ж	Ф	Ж	Ф	Ж	Ф	Ж	Ф	Ж	Ф	Ж	Ф	Ж	Ф	Ж		
Место жительства (МЖ) - место работы	н.д.	15,0	40,0	21,7	20,2	15,3	34,1	22,1	31,1	26,9	34,6	30,7	21,0	23,0	32,6	33,9	11,4	23,8	38,4	26,3	35,0	40,0	33,4	31,3
Место работы - место жительства	н.д.	20,0	45,0	21,7	25,6	14,5	39,7	23,5	30,0	25,1	38,2	30,3	19,4	24,1	35,6	33,5	7,6	23,8	55,9	28,2	45,0	45,0	34,2	31,3
МЖ - бытовые и торговые предприятия своего района	12,6	5,0	10,0	5,0	8,3	10,7	16,2	10,8	13,2	8,9	20,2	11,4	10,4	11,7	13,1	14,2	8,5	11,5	9,7	15,9	12,1	15,0	12,0	20,0
МЖ - объекты культуры своего района	15,0	6,7	35,0	5,0	12,4	8,7	19,7	15,5	20,1	13,6	22,4	15,0	10,6	13,8	16,9	18,9	20,0	15,0	23,8	20,9	6,0	7,5	40,0	н.д.
МЖ - центр города	н.д.	12,5	45,0	20,0	23,8	17,9	28,3	21,2	35,3	23,0	32,0	25,5	31,5	25,9	29,5	29,4	27,5	40,0	23,2	23,8	20,0	27,5	23,4	21,3
Место работы - бытовые и торговые предприятия своего района	10,0	6,7	16,7	5,0	13,9	10,4	17,7	10,5	13,1	9,1	16,9	15,5	13,3	14,1	13,2	17,3	8,5	15,0	20,0	12,5	15,0	25,5	17,5	23,8
Место работы - учреждения культуры своего района	10,0	7,5	17,5	10,0	11,2	10,1	22,2	13,3	12,2	18,7	26,8	19,2	16,3	17,3	25,2	23,4	14,2	15,0	31,7	20,0	10,0	н.д.	10,0	н.д.
Место работы - центр города	10,0	10,0	18,3	10,0	21,7	16,7	21,9	16,0	13,2	18,9	19,0	16,5	20,1	17,9	21,0	22,3	27,9	35,0	30,7	25,7	н.д.	35,0	22,5	23,8

Таблица 85

Соотношение желаемых и фактических затрат времени респондентов на передвижения в зависимости от возраста

Цели и направления передвижения	Возраст, лет											
	15 - 19		20 - 24		25 - 29		30 - 39		40 - 49		50 - 59	
	пешком	на ГПТ	пешком	на ГПТ	пешком	на ГПТ	пешком	на ГПТ	пешком	на ГПТ	пешком	ГПТ
Место жительства (МЖ) - место работы	Н.д.	0,54	0,76	0,65	0,86	0,89	1,10	1,04	2,09	0,68	1,14	0,94
Место работы - место жительства	Н.д.	0,48	0,57	0,59	0,84	0,79	1,24	0,94	3,13	0,50	1,00	0,92
МЖ - бытовые и торговые предприятия своего района	0,40	0,50	1,29	0,67	0,67	0,56	1,13	1,08	1,35	1,64	1,24	1,67
МЖ - объекты культуры своего района	0,45	0,14	0,70	0,79	0,68	0,67	1,30	1,12	0,75	0,88	1,25	Н.д.
МЖ - центр города	Н.д.	0,44	0,75	0,75	0,65	0,80	0,82	1,00	1,45	1,03	1,38	0,91
Место работы - бытовые и торговые предприятия своего района	0,67	0,30	0,75	0,59	0,69	0,92	1,06	1,31	1,76	0,63	1,70	1,36
Место работы - учреждения культуры своего района	0,75	0,57	0,90	0,60	1,53	0,72	1,06	0,93	1,06	0,63	Н.д.	Н.д.
Место работы - центр города	1,00	0,55	0,77	0,73	1,43	0,87	0,89	1,06	1,25	0,84	Н.д.	1,06

поездке на ГПТ в возрастной группе 30-39 лет и 23-24 - минутной - в более старших возрастных группах.

По всем целям и направлениям передвижений и поездок для лиц в возрасте до 30 лет соотношение желаемых и фактических затрат времени меньше единицы, а лиц в возрасте старше 30 лет - либо больше, либо близкий к единице.

5.1.2. Анализ приоритетности факторов при поездках на ГПТ с различными целями

В анкете, разработанной для исследования была предусмотрена процедура, при которой респондент семь заданных факторов, предположительно наиболее важных для выбора способа передвижения, должен расположить от наиболее важного (в этом случае ему присваивалось первое место) к наименее важному (седьмое место)¹.

Рассмотрим вначале приоритетность факторов при поездках на ГПТ независимо от социально-демографических характеристик респондентов. Данные табл.86-94 свидетельствуют о том, что фактор времени является главенствующим при прямых трудовых, торгово-бытовых поездках в районе места жительства, при поездках в центр города и прямых культурных передвижениях, а также при поездках с места работы к учреждениям культуры. Таким образом, в поездках от места жительства фактор времени является основным. В поездках с места работы этот фактор является вторым по значимости (за исключением поездок с места работы к учреждениям культуры, когда запас времени по прибытию минимален). В целом фактор времени по всем обследованным респондентам является основным. Однако уровень вероятности выбора этого фактора в качестве основного зависит от цели и направления передвижения и социально-демографических характеристик респондента.

Вторым по значимости является фактор регулярности движения ГПТ. Однако при совершении поездок с места работы домой и к торгово-бытовым объектам района места жительства этот фактор рассматривается респондентами в качестве основного. И наоборот: при поездках от места жительства к центру города и торгово-бытовым объектам, рас-

¹ Такой подход вызвал трудности в обработке, поэтому в последующих исследованиях наиболее важному фактору присваивался наибольший балл (в данной анкете - 7), а наименее важному - 1 балл. Это упрощает технику обработки материалов.

Таблица 86

Приоритетность и весомость (%) факторов при совершении поездок разных типов

Тип поездки	Регуляр- ность движения	Беспе- ресадо- чность	Время поездки	Комфорт (наполнение подвижного состава)	Время подхода к остановке	Стой- мость поездки	Удобство подхода к остановке	max/min
Место жительства - место работы	2 21,5	3 14,6	1 22,4	4 12,3	5 10,7	6 9,7	7 8,8	2,55
Место работы - место жительства	1 20,6	3 16,1	2 19,1	4 13,7	5 11,4	6 9,6	7 9,5	2,17
Место жительства - бытовые и торговые предприятия района места жительства	3 15,7	2 16,1	1 19,7	5 13,5	4 14,0	6 11,0	7 10,0	1,97
Место работы - бытовые и торговые предприятия	1 20,0	3 16,4	2 18,3	4 14,6	5 11,6	6 9,4	7 9,7	2,13
Место жительства - центр города	3 18,5	2 16,6	1 19,9	4 15,4	5 10,2	6 9,8	7 9,6	2,08
Место работы- центр города	1 20,6	3 16,3	2 20,3	4 13,9	5 10,6	6 9,5	7 8,8	2,34
Место жительства - учреждения культуры	2 16,7	4 14,4	1 20,6	3 16,4	5 11,8	6 10,7	7 9,4	2,20
Место работы - учреждения культуры	2 19,0	3 14,9	1 19,5	4 15,7	5 11,8	6 9,9	7 9,2	2,12
Все поездки	2 19,0	3 15,7	1 20,0	4 14,4	5 11,5	6 10,0	7 9,4	2,13

положенным вне района места жительства, фактор регулярности движения ГПТ отходит даже на третий план. Вероятности выбора фактора времени или регулярности движения в качестве приоритетного очень близки.

Третьим по значимости фактором является беспересадочность движения, четвертым - наполнение подвижного состава.

В наименьшей мере население учитывает такие факторы, как время подхода к остановке ГПТ, стоимость поездки и удобство подхода к остановочному пункту: весовая характеристика этих факторов, например, при трудовой поездке составила соответственно 10,7; 9,7 и 8,9%. В то же время весовая характеристика первых двух факторов - затраты времени на трудовую поездку и регулярность движения ГПТ - совокупно составила 43,8% (22,4 и 21,4% соответственно).

Рассмотрим приоритетность факторов, влияющих на поездку по разным целям, с учетом социально-демографических факторов. При поездке из дома на работу (табл.87) респонденты на первое место поставили регулярность движения, а далее, с очень небольшим отрывом, - время поездки. При возвратном передвижении (табл.88) регулярность ценится значительно выше времени поездки. Объяснения этот факт, по-видимому, не требует. Из общего ряда выпадают группы рабочих и научных работников, для которых в трудовых передвижениях время поездки оказалось важнее регулярности движения. На третьем месте по важности находится беспересадочность сообщения, причем, если при прямом трудовом передвижении несколько социальных групп населения поставило на одну ступеньку беспересадочность и комфорт (рабочие, служащие-женщины и студенты), то при возвратном передвижении все социальные группы, кроме служащих-женщин, отдали третье место именно беспересадочности. На последнем месте всегда находится удобство подхода к остановке, перед ним идет фактор стоимости проезда. Хотя этот фактор постоянно занимает в общем перечне факторов лишь шестое место, стоит отметить, что рабочие (единственная из всех рассмотренных групп) всегда отводят этому фактору более значительную роль практически во всех типах передвижений. Наконец, на четвертом месте - время подхода к остановке.

Так как после трудовых поездок второй по значимости группой являются поездки к объектам торговли и бытового обслуживания, рассмотрим приоритетность факторов в них. При поездках к бытовым и торговым предприятиям своего района приоритеты меняются (табл.89).

Таблица 87

**Приоритетность (числительное) и весомость (%), знаменатель
факторов у респондентов различных социальных групп
при совершении поездки “место жительства - место работы”**

Социальная группа рес-pondентов	Регуляр-ность движения	Беспе-ре-садоч-ность	Время поезд-ки	Комфорт (наполне-ние под-вижного состава)	Время подхо-да к оста-новке	Стои-мость поездки	Удоб-ство подхода к оста-новке
Рабочие	4-5/13,4	2-3/ 15,0	1/22,4	2-3/15,0	6/11,2	4-5/ 13,4	7/9,6
Служащие	1/22,6	3/16,0	2/18,9	4/13,8	5/10,5	6/9,5	7/8,7
ИТР	1/26,2	3/15,8	2/19,7	4/11,0	5/10,4	6/8,6	7/8,3
Научные работники	2/13,3	3/12,8	1/35,1	5/9,8	4/11,2	7/8,8	6/9,0
Предпри-ниматели	1/23,0	3/16,0	2/17,1	4/12,3	5/10,7	6/10,6	7/10,3
Студенты	1/30,3	3-4/ 11,8	2/21,0	3-4/11,8	5/10,1	7/7,4	6/7,6

Таблица 88

**Приоритетность (числитель) и весомость (%), знаменатель
факторов у респондентов различных социальных групп
при совершении поездки “место работы - место жительства”**

Социаль-ная группа рес-pondентов	Регуляр-ность движения	Беспе-ре-садоч-ность	Время поезд-ки	Комфорт (наполне-ние под-вижного состава)	Время подхо-да к оста-новке	Стои-мость поездки	Удоб-ство подхода к оста-новке
Рабочие	3-4/13,9	2/15,4	1/21,4	3-4/13,9	5-6/ 12,6	5-6/ 12,6	7/10,2
Служащие	1/22,9	3/16,0	2/16,9	4/14,5	5/11,2	6/9,5	7/9,0
ИТР	1/22,7	3/16,8	2/18,8	4/12,2	5/10,9	7/9,0	6/9,6
Научные работники	2-3/15,8	2-3/ 15,8	1/27,3	4/12,0	5/11,1	6/9,4	7/8,6
Предпри-ниматели	1/21,7	2/16,0	3-4/ 15,4	3-4/15,4	5/12,0	7/9,4	6/10,1
Студенты	1/26,9	2/16,4	3/14,8	4/14,1	5/10,9	7/7,4	6/9,5

На первое место, причем со значительным отрывом, выходит фактор времени совершения поездки (ИТР - мужчины, служащие - женщины и студенты по-прежнему отдают пальму первенства регулярности движения). Факторы беспересадочности и регулярности практически равны, хотя регулярность все-таки ценится чуть выше. Время подхода к остановке становится более важным фактором (хотя на небольшую величину), чем комфорт. На последних местах остаются стоимость поездки и удобство подхода к остановке.

Таблица 89
Приоритетность (числитель) и весомость (%), знаменатель
факторов у респондентов различных социальных групп
при совершении поездки “место жительства - бытовые и торговые
предприятия своего района места жительства”

Социальная группа респондентов	Регулярность движения	Беспересадочность	Время поездки	Комфорт (наполнение подвижного состава)	Время подхода к остановке	Стоимость поездки	Удобство подхода к остановке
Рабочие	6/11,6	3-4/ 14,8	3-4/ 14,8	5/12,5	2/16,3	80,4	7/9,6
Служащие	1/19,6	3/16,2	2/18,8	5/14,9	4/11,6	7/9,4	6/9,5
ИТР	1/18,7	3/15,8	2/18,4	5/11,5	4/15,5	7/9,7	6/10,4
Научные работники	5/8,9	6/8,1	1/29,5	3/14,8	2/22,1	4/9,8	7/6,8
Предприниматели	3/17,2	2/17,8	1/21,1	4/15,5	6/9,5	7/8,7	5/10,2
Студенты	1/21,2	2/18,0	3/17,2	4/14,4	5/11,3	7/8,4	6/9,5
Домохозяйки	4/12,9	1/22,1	2/18,2	3/14,10	5/11,9	7/9,7	6/11,1

При совершении поездки от места работы к бытовым и торговым учреждениям на первое место выходит фактор регулярности движения (табл.90). Сильно отстает от него по значимости фактор времени поездки. На третьем месте беспересадочность, затем комфорт. Замыкает пятерку важнейших факторов время подхода к остановке. Следует заметить, что, как и в предыдущих случаях, полной однозначности в ответах респондентов не было. Так, ИТР-женщины и студенты на первое место при совершении этой поездки поставили фактор времени поездки, у предпринимателей факторы регулярности движения и беспересадочно-

сти набрали одинаковый балл. Рабочие, ИТР-мужчины и служащие-женщины отдали второе место беспересадочности поездки. Однозначность у всех групп есть лишь в определении последних мест - все группы респондентов ниже всего оценили факторы стоимости проезда и удобство подхода к остановке.

Таблица 90
Приоритетность (числитель) и весомость (%, знаменатель)
факторов у респондентов различных социальных групп
при совершении поездки “место работы - бытовые и торговые
учреждения”

Социальная группа респондентов	Регулярность движения	Беспересадочность	Время поездки	Комфорт (наполнение подвижного состава)	Время подхода к остановке	Стоймость поездки	Удобство подхода к остановке
Рабочие	1/22,4	2/15,8	3/15,0	4/13,4	6/11,2	5/12,2	7/10,0
Служащие	1/20,8	2/18,2	3/16,4	4/14,8	5/11,4	6/9,5	7/8,9
ИТР	2/22,0	3/17,1	1/22,3	4/10,5	5/10,4	7/8,5	6/9,2
Научные работники	1/19,6	4-5/ 14,4	3/15,8	2/17,6	4-5/ 14,4	6/9,9	7/8,3
Предприниматели	1-2/17,8	1-2/ 17,8	3/17,1	4/14,7	5/12,6	7/8,4	6/11,6
Студенты	2/17,6	4/15,0	1/23,1	3/16,7	5/10,1	7/7,5	6/10,0

При поездке от дома к центру города приоритет времени поездки остается более высоким, чем регулярности движения, хотя разрыв между ними не так велик, как в предыдущем случае (табл.91). Следом за ними идут беспересадочность и комфорт (хотя рабочие отдали ему первое, а научные работники - второе места). Домохозяйки первое место отвели беспересадочности поездки. Резко упала значимость времени подхода к остановке при совершении этого передвижения (практически до уровня фактора стоимости поездки).

Рассмотрим поездки от места работы до центра города. Характерно, что по табл.92 невозможно отдать первое место ни времени поездки, ни регулярности движения. Регулярность как наиболее значимый фактор выбрали рабочие, служащие-женщины и студенты. Первое же место времени поездки отдали ИТР, служащие-мужчины и научные работники.

Таблица 91

**Приоритетность (числитель) и весомость (%), знаменатель
факторов у респондентов различных социальных групп
при совершении поездки “место жительства -центр города”**

Социаль-ная группа рес- пондентов	Регуляр- ность движе- ния	Беспе- ре- садоч- ность	Время поезд- ки	Комфорт (напол- нение под- вижного состава)	Время подхода к оста- новке	Стои- мость поездки	Удоб- ство подхода к оста- новке
Рабочие	3/16,3	4-5/ 14,2	2/17,2	1/18,0	7/10,0	4-5/ 14,2	6/10,1
Служащие	1/19,8	3/16,6	1/20,2	5/14,5	4/11,0	6/9,2	7/8,7
ИТР	4-5/21,0	1-2/ 18,0	2/18,0	3/13,0	4-5/ 11,0	6/9,8	7/9,2
Научные работники	2-3/16,4	4/10,9	1/28,1	2-3/16,4	5/10,3	7/8,5	6/9,4
Предпри- ниматели	1/22,3	3-4/ 15,1	2/18,0	3-4/15,1	6-7/ 9,8	5/9,9	6-7/9,8
Студенты	3-4/17,3	2/ 18,2	1/21,2	3-4/17,3	5/10,4	7/7,5	6/8,1
Домохо- зяйки	3-4/13,8	1/23,9	2/16,5	3-4/13,8	7/9,4	6/10,6	5/12,0

Таблица 92

**Приоритетность (числитель) и весомость (%), знаменатель
факторов у респондентов различных социальных групп
при совершении поездки “место работы - центр города”**

Социаль-ная группа рес- пондентов	Регуляр- ность движе- ния	Беспе- ре- садоч- ность	Время поезд- ки	Комфорт (наполне- ние под- вижного состава)	Время подхода к останов- ке	Стои- мость поездки	Удобст- во под- хода к останов- ке
Рабочие	1/29,3	4/10,6	2/21,3	5/9,8	6/9,4	3/11,8	7/7,8
Служащие	1/20,2	3/17,4	2/18,4	4/15,2	5/10,6	6/9,2	7/9,0
ИТР	2-3/ 18,7	2-3/ 18,7	1/22,6	4/11,6	5/11,5	6/8,6	7/8,3
Научные работники	3/16,5	4/14,1	1/24,7	2/18,0	5/9,4	6/9,1	7/8,2
Предпри- ниматели	1-2/ 19,9	3/15,6	1-2/ 19,9	4/12,3	5/11,6	7/10,2	6/10,5
Студенты	2/18,8	1/21,0	4/14,8	3/17,1	5/10,8	7/7,9	6/9,6

Предприниматели разделили первое место между этими двумя факторами. Любопытно, что при совершении поездки от места жительства до центра города время поездки для респондентов было решающим фактором. На третьем и четвертом местах (аналогично передвижению от места жительства) расположились беспересадочность и комфорт, хотя беспересадочность заняла первое место в ответах студентов, второе - у служащих и второе-третье - у ИТР. Второе место комфорту отдали служащие-женщины и научные работники.

Какие выводы можно сделать после проведения анализа приоритетности факторов, влияющих на поездки на ГПТ?

Во-первых, нет превосходства одного из факторов, которые влияют на поездки. Во-вторых, всего в двух случаях из всех социальных групп и всех типов передвижений два фактора в сумме превысили 50%-ный порог приоритетности - у научных работников при совершении поездки от места жительства к бытовым и торговым предприятиям своего района важность времени поездки и времени подхода к остановке составила 51,6% и у студентов при совершении поездки от места жительства к месту учебы регулярность и время поездки - 51,3%. Следовательно, в настоящее время невозможно, обеспечив выполнение одного и даже двух факторов, достичь необходимого качества пассажирских перевозок. Интересно отметить, что при совершении поездок с трудовыми целями, а также при поездках с места работы на первое место респонденты ставят фактор регулярности движения; при совершении тех же поездок из дома на первое место выходит фактор затрат времени на совершение передвижения. Следует отметить, что при поездках с культурными целями весьма высоко ценится фактор комфортности поездки. Наконец, в настоящее время можно практически пренебречь такими факторами, как время и удобство подхода к остановке, а также стоимость проезда, хотя последний фактор, на взгляд автора работы, неадекватно воспринимался респондентами, привыкшими к низким и стабильным ценам за проезд на ГПТ.

При посещении культурных учреждений (табл.93) респонденты, оставив на месте два первых фактора (время поездки и регулярность движения), отдали третье место комфорту, который обогнал не только время подхода к остановке, но и беспересадочность, причем предприниматели поставили его даже на первое (!), а служащие-женщины и научные работники - на второе места. Беспересадочность переместилась

на четвертое место, хотя группы ИТР и служащих-мужчин отдали ей первое-второе места. Весомость фактора времени подхода к остановке и последних двух факторов намного меньше.

Таблица 93
Приоритетность (числитель) и весомость (%), знаменатель
факторов у респондентов различных социальных групп
при совершении поездки “место жительства -учреждения культуры”

Социальная группа респондентов	Регулярность движения	Беспересадочность	Время поездки	Комфорт (наполнение подвижного состава)	Время подхода к остановке	Стоимость поездки	Удобство похода к остановке
Рабочие	3/14,6	5-6/ 11,5	2-3/ 16,9	2-3/16,9	5-6/ 11,5	1/18,3	7/10,3
Служащие	1/19,9	3/17,2	2/18,9	4/13,6	5/12,0	6/9,6	7/8,8
ИТР	4-5/17,9	2/17,8	3/16,9	4/14,8	5/14,0	7/8,6	6/10,0
Научные работники	2-3/16,6	6/8,7	1/24,8	2/18,6	4-5/ 11,5	5/11,5	7/8,3
Предприниматели	1/18,1	4/14,4	3/15,5	1/22,0	5/11,0	7/8,9	6/10,1
Студенты	3-4/18,5	4/14,8	1/21,1	3/16,5	5/11,4	7/8,7	6/9,0
Домохозяйки	3-4/11,1	2/16,4	1/30,7	3/12,3	5/10,7	6-7/9,4	6-7/9,4

При поездке с места работы к учреждениям культуры (табл.94) общая картина в вопросе приоритетности факторов, влияющих на поездку, практически такая же, как и при совершении поездки к учреждениям культуры от места жительства (табл.93). Фактор времени поездки является главенствующим, за ним следует фактор регулярности движения транспорта. У научных работников и служащих-женщин эти факторы поменялись местами, а у предпринимателей и ИТР-женщин поставлены на одну ступень.

Рабочие и служащие женщины поставили на второе место беспересадочность поездки, хотя в общем этот фактор занял лишь третье место. Фактор комфорта при совершении поездки к учреждениям культуры от места жительства обогнал фактор беспересадочности. В случае совершения поездки к той же цели от места работы комфорт находится

практически на одном уровне с этим фактором, но не обгоняет его. На второе место поставили комфорт служащие-женщины и даже на первое - научные работники. Как обычно, факторы времени подхода к остановке, стоимости поездки и удобства подхода к остановке заняли последние три места.

Таблица 94
**Приоритетность (числитель)и весомость (%), знаменатель)
факторов у респондентов различных социальных групп
при совершении поездки “место работы -учреждения культуры”**

Социаль-ная группа рес- пондентов	Регуляр- ность движе- ния	Беспе- ре- садоч- ность	Время поезд- ки	Комфорт (наполне- ние под- вижного состава)	Время подхода к оста- новке	Стои- мость поездки	Удоб- ство подхода к оста- новке
Рабочие	3-4/14,4	2/15,4	1/21,6	6/12,1	5/12,7	3- 4/14,4	7/9,4
Служащие	2/18,4	3/17,2	1/18,7	4/16,0	5/11,3	6/9,6	7/8,8
ИТР	2/18,9	3/17,4	1/19,1	4/13,6	5/11,9	7/9,2	6/9,9
Научные работники	2/19,2	5/11,8	3/15,4	1/21,9	4/14,0	6/9,6	7/8,1
Предпри- ниматели	1-2/20,9	3/13,9	1-2/ 20,9	4/13,4	5/11,6	7/8,7	6/10,6
Студенты	2/21,2	4/13,6	1/22,6	3/16,9	5/10,0	7/7,5	6/8,2

5.2. Анализ влияния затрат времени при трудовых передвижениях на производительность труда

На современном этапе резко возрастает роль социально-экономических факторов роста производительности труда, как внутренних, зависящих от предприятия, так и внешних (совершенствование системы здравоохранения, культурно-бытового и транспортного обслуживания и т.д.). Одним из важнейших социально-экономических факторов, внешних по отношению к производству, являются затраты времени на передвижение к месту работы.

Затраты времени на трудовое передвижение по экономическому содержанию представляют собой накладные трудовые затраты, связанные с процессом труда в общественном производстве. Чтобы процесс труда начался, рабочая сила должна быть “доставлена” к месту работы.

Следовательно, передвижения к месту работы и обратно - необходимое условие его осуществления.

Наряду с экономическим содержанием вид деятельности "передвижение на работу и обратно" имеет физиологическое содержание, которое связано с тем, что дорога на работу и обратно требует затрат не только времени, но жизненных сил. Поэтому чем длиннее и утомительнее дорога, тем больше ее воздействие на дееспособность рабочей силы, а следовательно, и на производительность труда. Транспортная усталость способствует увеличению потерь рабочего времени - повышается заболеваемость; снижается производительность труда, увеличивается количество брака.

Стоймостная оценка влияния затрат времени при трудовых передвижениях на производительность общественного труда может осуществляться через денежный эквивалент роста производительности труда. При этом возможны пять подходов:

оценка стоимости мероприятий, необходимых для снижения фактических затрат времени на передвижение до наперед заданных;

стоймостная оценка времени населения через экономический эффект использования свободного времени;

стоймостная оценка затрат времени на передвижение самим населением;

оценка затрат времени на поездки как продолжение рабочего дня с ведением понижающего коэффициента;

оценка влияния затрат времени на трудовое передвижение через влияние транспортной усталости на производительность труда.

Ни один из этих подходов не является общепринятым, все они базируются на ряде допущений, требующих дополнительной проверки. В современных условиях наиболее продуктивным является последний аспект - оценка влияния продолжительности трудового передвижения на производительность труда, позволяющий увязать интересы индивидуума, предприятия и города. Рассмотрим этот подход.

Хотя вопрос влияния затрат времени на трудовое передвижение и возникавшей при этом транспортной усталости на производительность индивидуального труда достаточно сложен, выявление количественных показателей возможно. Так, в Англии в начале XX века были изучены материалы о количестве несчастных случаев и заболеваний на шахтах в зависимости от расстояния жилья до шахт. По этим данным, общее количество заболеваний и несчастных случаев на 1000 рабочих в месяц

составляло при расстоянии до 5 км - 91, от 5 до 10 км - 122, более 10км- 241 [8].

Анализ также показал, что в г. Цвиккау на автомобильном заводе “Саксенринг” у трудящихся, затрачивающих на поездку в среднем 25 мин (с нормальными условиями поездки), потеря производительности труда , составляла 10,85% (в основном за первые два и последние пол-часа работы) [190, с.57] у трудящихся, проживающих в пешеходной доступности от места работы она была меньше. Это вызвано тем обстоятельством, что рабочие приезжающие издалека; медленнее входят в трудовой процесс и раньше начинают готовиться к поездке домой.

Проведенные в нашей стране исследования влияния затрат времени при трудовых передвижениях на производительность труда имели целью совершенствование системы массового пассажирского транспорта крупных городов. Было выявлено, что затраты времени на поездку к месту работы и условия передвижения вызывают транспортную усталость и влияют на производительность индивидуального труда. Однако недостатком этих исследований являлось то, что в качестве показателей производительности труда использовались процент выполнения норм выработки, процент брака в общем выпуске продукции, заработка платы, т.е. показатели, которые не отражают в полной мере производительности труда работника и не позволяют сопоставлять результаты не только по разным предприятиям, но даже по одной специальности, но с разными условиями труда внутри предприятия, цеха, участка.

Так, Н.В.Правдин [147] в 1967 г. на ряде предприятий Гомеля исследовал влияние продолжительности поездки на размер заработной платы рабочих-сдельщиков. В 1968 г. влияние затрат времени при трудовых передвижениях на производительность труда изучали параллельно сектор социолого-экономических исследований НИИ экономики строительства [172, 173] (на Московском комбинате им.Щербакова и Втором Московском часовом заводе) и С.И.Кабакова [117] (на комбинате “Трехгорная мануфактура”). Для выявления зависимостей между продолжительностью трудовых поездок и производительностью труда использовались различные показатели производительности индивидуального труда: средняя заработка плата рабочего-сдельщика за день (или расчетный час), средний процент выполнения норм выработки и среднечасовая выработка.

Заработка плата за час работы определялась Н.В. Правдиным методом деления средней (расчетной) месячной заработной платы на

среднее число выполненных рабочих часов (за месяц). Однако, как известно, заработка плата лишь в известной степени является производной от индивидуальной производительности труда, поскольку величина ее не соответствует стоимости, создаваемой в рабочее время.

В исследованиях НИИЭС в качестве показателя производительности индивидуального труда использовался средний процент выполнения норм выработки. Известно, что на практике уровень выполнения норм выработки подсчитывается как отношение суммарной выработки в нормо-часах, например, за месяц, к времени, фактически затраченному на выполнение работы (в часах по табелю). На наш взгляд, показатель “процент выполнения норм выработки” не обеспечивает сопоставимость индивидуальных норм выработок различных работников, т.к. уровень выполнения нормы часто зависит от ряда факторов, обусловливающих различия в условиях труда. К тому же чаще всего расчеты фактически затраченного рабочего времени ведутся в часах по табелю, т.е. без учета времени сверхурочных работ и внутрисменных потерь не по вине рабочего. Отметим и разную степень “жесткости” норм выработки. Поэтому использовать средний процент выполнения норм выработки в качестве показателя производительности труда нельзя, , так же как и среднечасовую выработку, которую использовала в своей работе С.И.Кабакова. Ею анализировались среднечасовая выработка (в натуральном выражении) работниц среднего возраста, разряда и стажа работы, занятых на одинаковой по сложности работе. По мнению С.И.Кабаковой, этим была обеспечена сопоставимость полученных данных. Однако остались неучтенные различия в условиях труда работниц на различных участках, влияние на степень транспортной усталости возраста и стажа работы на данном предприятии.

Таким образом, по нашему мнению, в качестве показателя производительности индивидуального труда не может быть использован ни один из перечисленных показателей. Необходим показатель, наиболее полно отражающий фактический уровень производительности труда по сравнению с нормативным и дающий возможность сопоставлять данные различных участников и предприятий.

В связи с указанным выше, автор для оценки производительности труда использовал показатель “приведенного рабочего времени” (ПРВ), предложенный В.А.Середой [156]. В основе расчетов по методу ПРВ лежат коэффициенты приведения, которые определяются исходя из средних показателей выработки в нормо-часах и фактических затрат

рабочего времени по каждому микроучастку. Как отмечал В.А.Середа [156, с.28-29], "...в отличие от среднего процента выполнения норм ... в расчет принимается не табельное, а фактическое рабочее время (т.е. табельное время минус внутрисменные потери и плюс время сверхурочных работ). Коэффициенты приведения можно рассчитывать для любых видов работ и любых профессиональных и квалификационных групп работающих ..."

По методу ПРВ производительность труда определяется как отношение объема продукции в часах ПРВ к фактически отработанному времени:

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{прв}}}{T_{\phi}} * 100\%, \quad (181)$$

где $\Pi_{\text{тр}}$ - производительность труда;

$Q_{\text{прв}}$ - объем продукции в приведенном времени;

T_{ϕ} - фактически отработанное время, ч.

Для анализа влияния затрат времени при передвижении к месту работы на производительность труда автором была разработана анкета (рис.34). В ней общие данные (Ф.И.О., номер цеха, смена, табельный номер, возраст, стаж работы на предприятии, семейное положение, ...) - позиции 1-8 - заполнялись отделом кадров предприятия; позиции 9-17 - принимались по данным цехового учета; позиции 18-20 являются расчетными; позиции 20-26 заполнялись со слов обследованных. При этом рассматривались следующие способы передвижения: пешком, на ГПТ (трамвай, троллейбус, автобус); на легковом индивидуальном транспорте; комбинированный способ.

Все обследованные рабочие были разбиты на четыре группы в зависимости от затрат времени на передвижение к месту работы: I группа - до 15 мин (пешком или поездка на транспорте), II - от 15 до 30 мин, III - до 45 мин, IV - с затратами времени более 45 мин. Выбор 15-минутного интервала затрат времени на трудовое передвижение был не случайным. Очевидно, что не всякое сокращение затрат времени окажет влияние на транспортную усталость, а только реально ощущимое. В то же время получаемые путем интервью оценки затрат времени на передвижения будут субъективными и, следовательно, могут исказить результаты исследования. В связи с этим был проведен эксперимент [16] по проверке точности определения респондентом затрат времени на трудовое передвижение. Для этого фиксировались затраты времени за

Фамилия	Имя	Отчество
№ цеха, смена		
Табельный номер		
Возраст		
Стаж работы на предприятии		
Разряд		
Образование		
Семейное положение		
Выработано нормо-часов		
Отработано часов		
Выработано нормо-часов		
Отработано часов		
Выработано нормо-часов		
Отработано часов		
Выработано нормо-часов		
Отработано часов		
Выработка нормы выработки, %		
Коэф-т приведения		
Объем продукции в часах ПРВ		
Производительность труда по методу ПРВ, %		
Способ передвижения к месту работы		
Количество пересадок		
Время начала передвижения		
Время окончания передвижения		
Итого затраты времени на трудовое передвижение		
Домашний адрес (улица, № дома)		

Рис. 34 Анкета обследования влияния затрат времени на трудовое передвижение на производительность труда

Используемые обозначения:

к графе 7 - количество классов обозначается цифрой, БИ - обучающиеся без отрыва от производства в институте, техникуме;

к графе 21 - способы передвижения к месту работы: П - пешком, А - автобусом, Тр - трамвай,

Т - троллейбус, И - индивидуальный легковой транспорт.

предыдущий день, а затем респондент хронометрировал свои затраты времени на трудовое передвижение. Сопоставление анкетных и хронометражных данных показало, что расхождение между этими величинами в среднем составляет 10-12%. При нормативных затратах времени на трудовые передвижения в 40 минут эта погрешность составит 4-5 мин. Следовательно, ощутимый выигрыш во времени должен быть примерно (2-3)Δt, т.е. 10-15 мин.

Следует отметить два обстоятельства: 1) передвижения, включенные в первую группу (до 15 мин) неравнозначны с точки зрения влияния на производительность труда, т.к. передвижения пешком и на транспорте при одних и тех же затратах времени в принципе дают неодинаковые степени усталости. Тем не менее на первом этапе анализа этими различиями приходится пренебрегать; 2) особого анализа в последующем требуют комбинированные передвижения, т.е. поездки с пересадками - при затратах времени менее, например, 30-45 мин, степень усталости при двух и более пересадках может соответствовать степени усталости при поездках с затратами времени более 45 мин.

Данные об индивидуальной производительности каждого из обследованных работников собираются из журналов учета индивидуальной выработки, хранящихся в ОТиЗе, бюро нормирования или цеховых экономических отделах предприятий. Эти данные берутся за три-четыре месяца, чтобы избежать влияния случайных факторов. Для удобства мы пользовались данными за один квартал.

Для определения показателя производительности труда в приведенном рабочем времени необходимы следующие данные: фактические затраты времени (гр.16) и фактически выработанные нормо-часы (гр.15) за рассматриваемый период. Отнеся второй показатель к первому (по группе работников), мы находим так называемый коэффициент приведения, являющийся исходной базой для расчета производительности труда. Как уже отмечено выше, в отличие от среднего процента выполнения норм выработки в нашем исследовании используется не табельное, а фактическое рабочее время с учетом всех сверхурочных работ за вычетом внутрисменных потерь. Для упрощения расчетов в качестве коэффициента приведения можно использовать средний процент выполнения норм выработки по профессии для каждого микроучастка (цеха), условно считая, что условия труда у всех работников одинаковы. Зная величину коэффициента приведения, можно определить объем производства и производительность труда в качественно новых трудо-

вых единицах. Это не нормируемое и не фактическое время, а время, необходимое (или среднее) для производства единицы работ в данных условиях; оно очень близко к фактическому времени - именно это время В.А. Середа назвал приведенным рабочим временем.

При заполнении анкеты в отделах кадров необходимо исключить работников с нехарактерными для всей совокупности признаками. К их числу обычно относятся только что поступившие на работу, много болевшие или бывшие в отпуске в течение рассматриваемого периода. Необходимо исключить также работников, недавно перенесших травмы, повлекшие за собой потерю трудоспособности, работающих инвалидов и т.п.

Обследование по вышеуказанной анкете проведено на трех предприятиях Свердловска:

- инструментальный завод (СИЗ) - у этого завода в непосредственной близости имеется жилой фонд; обследовались шлифовальщики трех цехов;

- фабрика "Спортобувь" - близко расположенного жилого фонда нет; обследовались работницы закройного цеха, имеющие одну специальность, но работающие в разных условиях;

- фабрика беловых, канцелярских и картонажных изделий - близко расположенного жилого фонда нет; обследовались рабочие цеха №2 (канцтоваров) разных специальностей; в цехе рабочие даже одной специальности имеют разные условия труда.

Распределение обследованных на трех предприятиях по указанным выше группам приведено в табл.95.

Таблица 95
Распределение трудовых поездок по затратам времени, %

Предприятие	Затраты времени на передвижения, мин				
	до 15	15-30	30-45	свыше 45	итого
СИЗ	69,5	15,4	8,1	7,0	100
Фабрика "Спортобувь"	16,4	37,9	23,3	22,4	100
Фабрика канцтоваров	21,1	40,7	20,3	17,9	100

Как можно предположить по данным табл. 96, для шлифовальщиков СИЗа фактор транспортной усталости не имеет существенного значения - большинство работников проживает в жилищном комплексе предприятия в зоне пешеходной доступности.

Проанализируем зависимость производительности труда от затрат времени, когда в цехе работают рабочие одной специальности. Соотношение различных групп обследованных раскрайщиц (116 человек) фабрики фабрики "Спортобувь" (см.табл.95) показывают, что почти у половины из них затраты на дорогу к месту работы весьма значительны, т.е. превышают 30 мин.

Так как предшествующие исследования базировались на показателе "процент выполнения нормы выработки", на первом этапе по одному объекту (фабрика "Спортобувь") проводился параллельный анализ влияния затрат времени на это показатель и на производительность труда, исчисленную по методу ПРВ (табл.96). В процессе обработки данных было выявлено, что с ростом затрат времени на трудовое передвижение оба показателя измерения производительности труда уменьшаются, т.е. закономерность снижения показателей производственной деятельности трудящихся с нарастанием транспортной усталости подтверждается. Однако два рассмотренных метода измерения производительности труда дали принципиально разные по величине результаты. Например, при затратах времени до 15 мин и более 45 мин процент выполнения норм выработки составил соответственно 141,7 и 119,4% (т.е. разность 22,3%), то показатели по методу ПРВ были в указанных интервалах затрат времени 105,7 и 91,1% (т.е. разность 14,6%).

Таблица 96
Зависимость производительности труда от затрат времени
на трудовое передвижение на фабрике "Спортобувь"

Показатель	Затраты времени, мин			
	до 15	15-30	30-45	св.45
Средний процент выполнения норм выработки	141,7	136,1	125,5	119,4
Производительность труда по методу ПРВ	105,7	103,6	96,6	91,1

Большую разницу между показателями "процент выполнения норм выработки" и "производительность труда", исчисленной по методу ПРВ, можно объяснить тем, что выполнение норм выработки раскрайщицами фабрики "Спортобувь" колебалось в очень широких пределах: от 100 до 216,2%. Это связано с тем, что труд раскрайщиц неквалифицированный, деления на разряды нет, для всех работниц, независимо от

стажа их работы по данной профессии, установлены единые нормы выработки. В этих условиях метод приведенного рабочего времени дал более корректные данные.

Наиболее резкое снижение производительности труда наблюдается у раскройщиц с затратами времени на поездку более 30 мин.

В нашем исследовании¹, в отличие от исследования НИИЭС, не было обнаружено некоторого увеличения производительности труда у работниц с затратами времени на трудовое передвижение свыше 45 мин по сравнению с проживающими на расстоянии до 15 мин езды на транспорте, т.к. длительные поездки совершались не на пригородных поездах без пересадок, а на ГПТ с 1-2 пересадками.

Рассмотрим, как отражается на связи “производительность труда - затраты времени на трудовое передвижение” профессия. Сопоставим показатели производительности труда, полученные указанными выше двумя методами (табл.97). Раскройщицы, работающие с разными материалами в разной степени испытывают транспортную усталость.

Таблица 97

Влияние транспортной усталости на производительность труда рабочих разных профессий (фабрика “Спортобувь”)

Профессия	Средний процент выполнения норм выработки				Производительность труда, исчисленная по методу ПРВ затраты времени, %				Кол-во обследованных	
	Затраты времени на передвижение, мин									
	до 15	15-30	30-45	св.45	до 15	15-30	30-45	св.45		
Раскройщик ткани	165,7	169,4	151,4	123,3	106,5	108,8	97,3	79,3	25	
Раскройщик кожи	148,3	132,1	120,9	119,4	116,8	104,0	95,2	94,0	79	
Раскройщик лыжных ботинок	105,9	108,0	111,2	107,3	98,6	100,6	103,5	99,9	12	
В среднем	141,7	136,1	125,5	119,4	105,7	103,6	96,6	91,1	116	

Средний процент выполнения норм выработки у работниц, выкраивающих детали из кожи, ниже, чем у работающих по ткани, однако произ-

¹ Результаты исследования влияния на производительность труда затрат времени на передвижение подробно изложены в работах автора [36, 39, 41, 72].

водительность труда, исчисленная по методу приведенного рабочего времени, у этих раскройщиц выше. Влияние транспортной усталости больше сказывается на работающих по ткани, хотя и наблюдается некоторый рост производительности труда у раскройщиц с затратами времени 15-30 мин по сравнению с близко живущими.

Таким образом, связь производительности труда и затрат времени подтверждена и при учете профессии трудящихся. Однако и в этом случае количественное расхождение показателей производительности труда весьма существенное. Аналогичные результаты получены при анализе того, как возраст, стаж работы на предприятии отражаются на зависимости производительности труда от затрат времени на передвижение к месту работы. В связи с этим дальнейший анализ выполнен только с применением метода ПРВ.

Как видно из табл.98, степень влияния затрат времени на трудовые передвижения на производительность труда различается по предприятиям. Так, на фабрике "Спортобувь" соотношение производительности труда обследованных рабочих с затратами времени до 15 мин и свыше 45 мин было 1:0,86, на фабрике беловых, канцелярских и картонажных изделий 1:0,96, на СИЗе - 1:0,97.

Таблица 98
Зависимость производительности труда (%) от затрат времени
(мин) на трудовое передвижение

Предприятия	Затраты времени, мин				Кол-во обсл- едованных
	до 15	15-30	30-45	св.45	
СИЗ	107,6	107,4	106,9	104,3	126
Фабрика "Спортобувь"	105,7	103,6	96,6	91,1	116
Фабрика беловых и канцелярских товаров	101,6	99,9	99,8	98,4	104

Таким образом, чем дальше по затратам времени расселяются работники предприятия, тем более значительно при прочих равных условиях это сказывается на производительности труда.

Проверим, оказывает ли влияние на зависимость производительности труда от затрат времени на трудовое передвижение стаж работы на данном предприятии (табл. 99).

Таблица 99

Зависимости производительности труда от затрат времени (мин) на трудовое передвижение у работниц с различным стажем работы (фабрика “Спортобувь”)

Стаж работы на предприятии, лет	Затраты времени				Кол-во обсле- дованных
	до 15	15-30	30-45	св.45	
до 2-х	99,8	92,4	88,8	72,8	20
от 2 до 5	101,6	95,7	94,3	89,2	16
от 5 до 10	105,3	102,9	97,5	97,3	29
от 10 до 15	107,8	102,9	-	99,0	17
более 15	118,2	116,5	96,8	90,4	34

При использовании метода ПРВ четко видно, что производительность труда с увеличением стажа работы возрастает. Однако при затратах времени более 30 мин производительность труда раскройщиц фабрики “Спортобувь” с более чем двадцатилетним стажем снижается. Как видно из табл.99, транспортная усталость в наибольшей степени сказывается на работницах со стажем более 15 лет. При разностном соотношении выработки между затрачивающими на передвижение до 15 мин и более 45 мин в 14,6% для всех работниц фабрики “Спортобувь”, у раскройщиц со стажем до 2 лет разница составляет 17%, у работниц со стажем до 5 лет - 12,4%, до 10 лет - 18,0%, 10-15 лет - 8,8% и у раскройщиц со стажем более 20 лет - 27,8%. То, что у работниц со стажем до 5 лет это разностное соотношение так велико, можно, наш взгляд, объяснить тем, что из 36 работниц со стажем до 5 лет 14 работниц имели возраст более 45 лет. По фабрике канцтоваров при подтверждении выявленной связи численные значения получились значительно меньшими.

Общая тенденция влияния транспортной усталости на производительность труда сохраняется и у работниц разного возраста (табл.100).

Даже использование метода ПРВ не дает возможность выявить для некоторых групп зависимости производительности труда от затрат времени на трудовое передвижение. Например, у работниц фабрики “Спортобувь” в возрасте 26-30 лет, проживающих в 15-30 мин езды до места работы, производительность труда ниже, чем у затрачивающих на поездку более 45 мин. Дополнительное собеседование показало, что

стаж работы у этих раскройщиц не превышал 2 лет и место работы ими выбрано после рождение второго ребенка, т.е. сказываются и отсутствие опыта, и заботы по дому.

Таблица 100
Зависимость производительности труда (%) от затрат времени (мин) на трудовое передвижение (мин) работниц разного возраста

Воз- раст, лет	Фабрика "Спортобувь"				Кол- во обсле- дован- ных	Фабрика канцтоваров				Кол- во обсле- дован- ных
	до 15	15-30	30-45	св.45		до 15	15-30	30-45	св.45	
До 20	84,9	-	-	76,2	7	96,4	99,6	93,5	-	13
21-25	99,2	-	89,5	-	15					
26-30	111,9	91,7	93,5	93,1	17	105,6	97,6	102,4	97,4	18
31-35	115,8	92,7	-	91,1	14	96,0	100,7	92,4	91,9	14
36-40	115,7	102,7	96,6	93,1	18	-	102,9	103,5	-	12
41-45	-	107,2	98,0	87,9	18	108,4	97,9	96,3	100,6	21
46-50	107,9	107,0	101,3	100,9	24	100,2	99,9	105,4	103,3	26
50 и более	-	113,1	94,3	91,8	13					

Таким образом, затраты времени и стаж работы, затраты времени и возраст оказывают влияние на производительность труда, однако при одних и тех же затратах времени оно характерно для стажа работы на данном предприятии, а не для возраста рабочего.

Данные о влиянии транспортной усталости на производительность труда работниц с различным образованием приведены в табл.101.

Таблица 101
Зависимость производительности труда (%) от затрат времени на трудовое передвижение (мин) работниц с разным образованием

Обра- зова- ние, классов	Фабрика "Спортобувь"				Кол-во обсле- дован- ных	Фабрика канцтоваров				Кол-во обсле- дован- ных
	до 15	15-30	30-45	св.45		до 15	15-30	30-45	св.45	
8 и мень- ше 9, 10	115,9	107,5	101,8	95,4	67	101,5	100,0	98,4	98,8	57
	102,0	96,8	93,1	83,0	49	101,7	99,7	101,4	97,8	47

Как видно из табл.101, производительность труда раскрайщиц с образованием менее 8 классов на фабрике “Спортобувь” выше, чем у раскрайщиц со средним образованием. Это вызвано тем, что 48,3% обследованных работниц имели возраст более 40 лет и, как правило, без среднего образования. Однако производительность труда у них выше, т.к. в основном это работницы с большим стажем работы. Общая тенденция воздействия транспортной усталости на работниц с различным образованием сохраняется.

Производительность труда у близко живущих одиноких выше, чем у семейных работников (табл.102). Заметное накопление транспортной усталости у одиноких происходит за пределами 30-минутной езды на транспорте, а у семейных - за пределами 15-минутной езды на транспорте. При этом разница в производительности труда близко живущих (до 15 мин) и тратящих более 45 мин на поездку до места работы семейных работников составляет 2,8%, тогда как у одиноких эта разница составляет 4,9%.

Таблица 102
Зависимость производительности труда (%) от затрат времени
(мин) на трудовое передвижение работников с различным
семейным положением

Семейное положение	Затраты времени				Кол-во обследованных
	до 15	15-30	30-45	св.45	
Семейные	101,5	99,2	101,2	98,7	79
Одиночные	101,9	102,0	96,9	97,0	25
В среднем	101,6	99,9	99,8	98,4	104

Итак, в результате исследований влияния транспортной усталости на производительность труда была выявлена зависимость между величиной затрат времени на трудовое передвижение и индивидуальной производительностью труда работников. Полученные данные в количественном отношении довольно существенно отличаются от показателей, рекомендованных методикой ИКТП [134].

Таким образом, выполненное исследование подтвердило выдвинутую гипотезу о том, что сокращение затрат времени на трудовое передвижение выступает, с одной стороны, как цель улучшения транс-

портного обслуживания населения, а с другой - является средством повышения эффективности производства. Результаты настоящего исследования свидетельствуют о необходимости дальнейшего накопления экспериментального материала по разнохарактерным предприятиям, поиска математических связей между этими факторами, разработки методики определения зависимости затрат времени на трудовое передвижение и производительности общественного труда по конкретному городу, а также совершенствования методики учета воздействия данного фактора при выборе и обосновании развития систем массового пассажирского транспорта в городах.

5.3. Механизм экономического взаимодействия в системе “город - предприятие ГПТ - пассажир”

Анализ материалов анкетных обследований внутригородских передвижений, выполненный в главах 3, 4 и 5.1, показал, что несмотря на быстрое развитие автомобилизации населения городов (в Екатеринбурге в 1995 г. уровень автомобилизации был в 3,7 раза больше, чем в 1970 г.) основной объем внутригородских поездок по-прежнему совершается на массовом пассажирском транспорте - более 90%. Эти данные, с одной стороны, доказывают, что развитие автомобилизации в условиях крупнейших городов России не снижает роли массового пассажирского транспорта, с другой - что развитие, совершенствование системы ГПТ в наибольшей мере отвечает интересам города, так как пропускная способность основных магистралей практически исчерпана. Увеличение автопарка в этих условиях приводит к крайне негативным явлениям - росту дорожно-транспортных происшествий, резкому увеличению выбросов в атмосферу города вредных для здоровья человека веществ, увеличению площадей под гаражами и стоянками в условиях почти полного отсутствия свободных территорий. Таким образом, генеральным направлением в транспортно-пассажирском обслуживании населения крупнейших городов должно явиться развитие массового пассажирского транспорта как альтернативы индивидуальной автомобилизации. Отмеченное выше требует решения ряда принципиальных вопросов, особенно в условиях перехода к рыночным отношениям.

К числу важнейших из них следует отнести:
создание постоянно действующей системы сбора и переработки информации о требованиях населения к системе ГПТ;

разработку комплексных схем организации городского движения (КСОД) в целях совершенствования системы ГПТ;

разработку принципов и механизмов взаимоотношений города (в лице его администрации) и предприятий ГПТ всех форм собственности;

создание системы мер экономического управления функционированием системы ГПТ;

поиск финансовых ресурсов в целях покрытия убытков предприятий ГПТ;

обновление и пополнение парка подвижного состава;

строительство новых, реконструкцию и обслуживание действующих линий и сооружений ГПТ.

Естественно, что в рамках одной работы не представляется возможным осветить все поставленные вопросы, поэтому ниже рассматривается ключевые из них, а именно: система отношений между городом и предприятием ГПТ, организация управления системой ГПТ (более подробно см.[53, 60, 69, 74]).

В тех городах, где процесс приватизации не коснулся предприятий ГПТ, либо коснулся частично (автобусные предприятия или объединения), управление ГПТ осуществляется по двум принципиальным схемам. Администрация города создает комитет (департамент, отдел), занимающийся в зависимости от специфики города транспортом и связью или (что более правильно) транспортом, дорожным хозяйством и благоустройством. Указанный орган от лица муниципалитета: 1) самостоятельно выступает заказчиком услуг предприятий ГПТ либо организует коммерческо-эксплуатационную службу пассажирского транспорта, заключающую договора с предприятиями ГПТ (например, в Красноярске - см. рис.35 и 36); 2) передает функции заказчика специальному муниципальному предприятию (например, в Омске - рис.37). Рассмотрим этот вопрос подробнее.

В Красноярске управление пассажирским транспортом города осуществляет Департамент транспорта и связи (рис.35). Директор Департамента непосредственно подчиняется главе администрации города. Финансовые средства для функционирования департамента выделяются из городского бюджета.

Департамент выполняет следующие функции:

готовит предложения комитету муниципального имущества по вопросам муниципализации, приватизации объектов транспорта и связи,

использования и аренды нежилых помещений, зданий, находящихся в муниципальной собственности;

устанавливает удобный для населения города режим работы предприятий транспорта;



Рис.35 Принципиальная схема управления ГПТ в Красноярске
(предприятия связи на схеме не приведены)

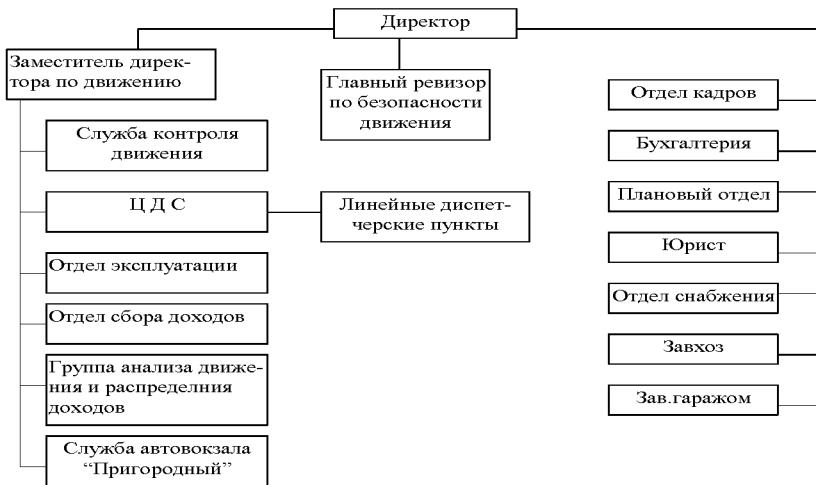


Рис. 36 Структура коммерческо-эксплуатационной службы пассажирского транспорта Красноярска

утверждает маршруты и график движения местного транспорта, привлекает на договорной основе к обслуживанию населения предприятия транспорта, контролирует качество обслуживания пассажиров;

готовит предложения и заключения по планам строительства объектов транспорта на территории города, контролирует ход строительства и принимает участие в их приемке и эксплуатации;

осуществляет перспективное планирование развития пассажирской транспортной сети города;

вносит предложения городской администрации о распределении финансовых ресурсов между муниципальными предприятиями и ГПТ (в пределах утвержденных статьей бюджета);

решает вопросы распределения подвижного состава, механизмов и оборудования.

При департаменте создана хозрасчетная коммерческо-эксплуатационная служба (КЭС), являющаяся заказчиком пассажирских перевозок города (рис.36).

К функциям коммерческо-эксплуатационной службы относятся:

формирование социального заказа города на пассажирские перевозки предприятиями ГПТ (с определением объемов выпуска, маршрутной схемы и составлением расписания движения);

заключение с транспортными предприятиями договоров по перевозке пассажиров;

контроль за движением автобусов, трамваев, троллейбусов;

контроль за состоянием остановочных пунктов, дорог, освещения на маршрутах города;

сбор доходов с населения и (по договорам) с предприятий города;

контроль за безопасностью движения на маршрутах города;

контроль за оплатой проезда.

Предприятия пассажирского транспорта Красноярска являются юридическими лицами. С руководителями муниципальных пассажирских предприятий администрации города заключаются контракты сроком на 5 лет с указанием обязанностей сторон, условий оплаты и работы руководителей. Право заключения контрактов предоставлено директору департамента. Условия контрактов рассматриваются комиссией при главе администрации города.

Как отмечено выше, заказчиком пассажирских перевозок выступает администрация города в лице коммерческо-эксплуатационной службы, а подрядчиком - пассажирские предприятия, которые в виде товара (продукции) предлагают выполненные в соответствии с социальным заказом машино-километры на маршрутах с пассажирами. Ценовая политика строится на регулируемых тарифах оплаты проезда пассажирами, предприятиями и организациями города и расчетного тарифа, по которому выплачивается разница (дотация) между доходами, полученными по регулируемым тарифам, и планируемыми затратами на соответствующий период. Величина затрат с учетом уровня рентабельности определяется по соглашению сторон. При этом учитываются: уровень заработной платы, затраты на ремонтно-эксплуатационные нужды, стоимость электроэнергии, материальные ресурсы, амортизационные отчисления, фонды на социальные нужды предприятия и прочие затраты.

Выплаты авансируются в течение месяца с окончательным расчетом по фактически выполненной работе. При едином билете на все виды транспорта доходы, собранные коммерческо-эксплуатационной службой, распределяются между предприятиями ГПТ в соответствии с планово-расчетными тарифами на один машино-километр и количеством

выполненных машино-километров. Так определяется количественный показатель оплаты продукции пассажирских предприятий. Качество выполняемой работы регулируется экономическими скидками, установленными по соглашению сторон между заказчиком и предприятием.

Схема взаимодействия администрации Омска и предприятий, обеспечивающих выполнение пассажирских перевозок, показана на рис.37.

В Омске Комитет транспорта, дорожного хозяйства и благоустройства городской администрации при взаимодействии с муниципальными предприятиями осуществляет транспортную политику на основе сочетания административных и экономических методов управления. Механизм административного управления реализуется на основе учредительных документов, определяющих условия владения имуществом, переданным в хозяйственное ведение муниципальных предприятий, а также контрактов с директорами муниципальных предприятий, распоряжений и постановлений администрации.



Рис.37 Принципиальная схема управления ГПТ в г. Омске

Экономическое управление реализуется на основе договоров между городской администрацией, предприятием “Омскпассажиртранс” и муниципальными предприятиями, осуществляющими пассажирские перевозки. Взаимодействие администрации города с “Омскпассажиртранс” осуществляется следующим образом. “Омскпассажиртранс” формирует проект муниципального заказа по обеспечению потребностей населения Омска в пассажирских перевозках. Заказ согласовывается с потенциальными перевозчиками с учетом их провозных возможностей и направляется в комитет транспорта, дорожного хозяйства и благоустройства городской администрации для утверждения. На основе утвержденного заказа между городской администрацией и “Омскпассажиртрансом” заключается договор, в котором определяются объемы и качество городских пассажирских перевозок, входящих в муниципальный заказ. Таким образом, “Омскпассажиртрансу” городской администрацией делегируются права и функции единого заказчика на городские пассажирские перевозки. “Омскпассажиртранс” на основе договора с городской администрацией заключает договора с перевозчиками (ПАТП, троллейбусные и трамвайные депо). Каждому перевозчику договорами устанавливаются объемы и качество пассажирских транспортных услуг и условия оплаты по тарифу за 1 машино-час работы, установленному администрацией города для каждого вида городского транспорта. Средства для оплаты складываются из бюджетных отчислений городской администрации и доходов от реализации проездной билетной продукции. Кроме того, в договорах указываются взаимные обязательства, ответственность и экономические санкции за их невыполнение. “Омскпассажиртранс” также заключает договора с муниципальными предприятиями “Служба пути” и “Энергохозяйство”, в соответствии с которыми работы по поддержанию в работоспособном состоянии путевого хозяйства и контактной сети трамваев и троллейбусов финансируются из городского бюджета. Подготовка водительских кадров осуществляется муниципальным предприятием (учебным комбинатом) на основе договоров с предприятиями, выполняющими пассажирские перевозки. На рис.38 приведена структура управления Омского муниципального предприятия “Омскпассажиртранс”.

В задачи предприятия входит:

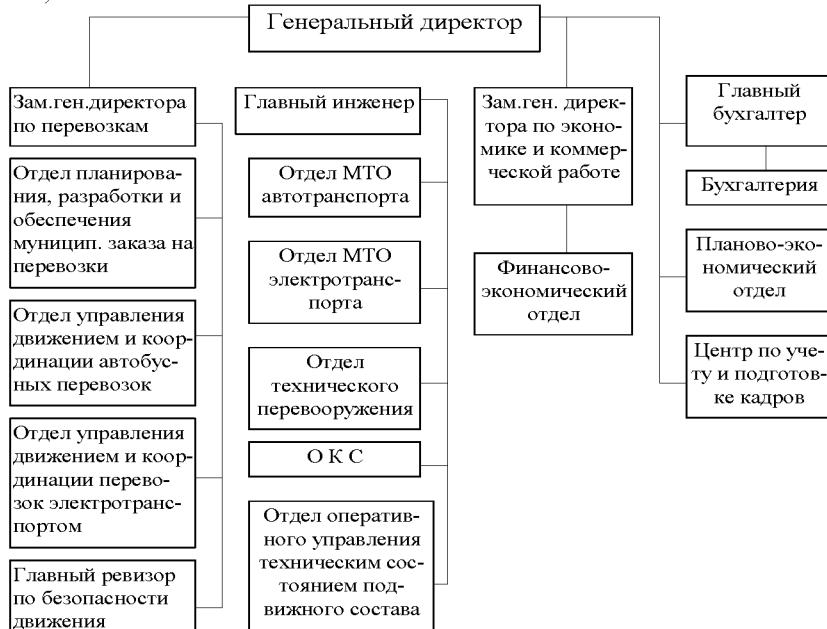
разработка муниципального заказа на маршрутные городские перевозки пассажиров в натуральных и стоимостных измерителях (маршрутная сеть, количество подвижных единиц по дням недели и часам

суток, расписания движения, часы на маршруте, тарифы на оплату проезда, контрактный тариф для расчетов с предприятиями, работающими на маршрутах, необходимый объем бюджетных ассигнований - капвложения, дотации и т.д.) и представление его в городскую администрацию для утверждения;

контроль за исполнением предприятиями транспорта муниципального заказа;

оплата городских маршрутных перевозок за счет поступления бюджетных средств от городской администрации и доходов от реализации проездной билетной продукции по утвержденному администрацией города расчетному тарифу;

контроль и анализ качества транспортного обслуживания населения;



**Рис. 38 Структура муниципального предприятия
“Омскпассажиртранс”**

разработка, с учетом результатов анализа и предложений населения, мероприятий по организации и управлению перевозками, изменение-

нию маршрутной сети и расписаний движения, размещению подвижного состава по маршрутам и т.д.;

управление движением на маршрутах, разработка и внедрение прогрессивных технологий управления движением;

контроль за порядком оплаты проезда, применение санкций к нарушителям;

концентрация средств по всем источникам финансирования и распределение средств для приобретения подвижного состава;

реализация населению билетной продукции на все виды ГПТ, открытие для этой цели торговых точек;

материально-техническое обеспечение предприятий, осуществляющих пассажирские перевозки;

ремонт агрегатов, узлов и механизмов, восстановление и изготовление запасных частей;

оказание технической помощи транспортным средствам на маршрутах;

подготовка кадров массовых профессий на транспорте, организация оснащения и содержание учебно-консультационных учреждений;

выполнение транспортно-экспедиционных услуг и пассажирских перевозок собственными силами.

Отметим, что в Омске городская коммерческо-эксплуатационная служба осуществляет реализацию билетной продукции, расчет провозной платы на всех видах ГПТ, организацию и контроль за правильностью и своевременностью ее взимания и оплаты проезда, контроль за экипировкой транспортной средств и маршрутов и правил перевозки пассажиров.

Более сложная схема управления транспортом реализована в Новосибирске, где комитет по транспорту департамента транспорта, связи и дорог мэрии города осуществляет общее руководство деятельностью 25 муниципальных предприятий ГПТ.

Таким образом, отличиями рассмотренных выше схем управления ГПТ в Омске, Красноярске, Новосибирске являются:

1) управление предприятиями ГПТ осуществляют либо комитеты (отделы) муниципалитетов, либо муниципальные предприятия, которые действуют от имени города, сочетая экономические и административные методы;

2) муниципальные предприятия ГПТ финансируются из средств города, выделяемых отдельной строкой в бюджете города; договора с

ними от имени города заключают либо коммерческо-эксплуатационные службы комитетов (отделов) городской администрации, либо муниципальные предприятия общегородского значения;

3) предприятия ГПТ являются юридическими лицами в форме муниципального предприятия.

Представляется необходимым кратко рассмотреть зарубежный опыт управления ГПТ. В качестве близкого нам аналога выбраны города Франции.

Городской общественный транспорт во Франции является общественной службой, организуемой местными органами власти. Принцип ее функционирования основан на разделении двух функций: организации городского транспорта и непосредственно реализации услуг. Закон Франции о внутренних транспортных средствах от 1982г. предоставляет местному органу власти общественную монополию на организацию ГПТ. Реализация услуг делегируется каким-либо государственным или частным организациям. Таким образом, эксплуатация городской сети общественного транспорта подразумевает создание организующей властью структуры и выбор способа управления для успешной реализации услуг.

Французское административное право предусматривает два способа управления: 1) прямое - местный орган власти сам обеспечивает эту общественную службу; 2) делегированное - данная деятельность на контрактной основе осуществляется каким-либо предприятием, не принадлежащим местной администрации. По существующей во Франции практике в деятельности городского транспорта предпочтение отдается делегированному управлению (88%). Единственным городом, где муниципалитет осуществляет прямое управление ГПТ, является Марсель - второй город Франции (800тыс. жителей). Управление муниципальной сетью городского транспорта Марселя и тремя междугородными линиями (РТМ), созданное по решению властей города Марселя, является общественным ведомством, которым руководит совет, состоящий из 15 членов: 8 - представители Марселя (из них 7 - выборных), один - представитель департамента Буш-дю-Рон, один - представитель торговой палаты Марселя, два - представители потребителей; три - представители персонала ГПТ.

Основные принципы финансирования городского транспорта в Марселе заключаются в следующем: город берет под свою ответственность все инвестиции либо непосредственно (это касается крупной

транспортной инфраструктуры, например метро), либо через инвестиционный бюджет PTM (это касается подвижного состава, за исключением метро). Часть финансирования, приходящаяся на город, обеспечивается прежде всего за счет налогов, называемых транспортными платежами и учрежденных во Франции в 1973г. Его размер ограничивается законом и устанавливается городом. Плательщиками являются предприятия с более чем 9 (и выше) наемными работниками. В настоящее время налог составляет 1,75% фонда оплаты труда. Все поступления от налога направляются на инвестиции, относящиеся к транспорту, либо на текущие расходы, связанные с городским транспортом. Другие источники финансирования традиционны - это самофинансирование и займы. В целом доля инвестиций города в автобус, троллейбус, трамвай и модернизацию сети составляет 100%, а в метрополитен - 45%

Отношения города с PTM регулируются посредством взаимодействия административного совета PTM с координационным бюро транспорта, дорожного движения и стоянок большого Марселя. Кроме того, периодически созываются собрания депутатов города, отвечающих за сектор транспорта, и чиновников генерального секретариата города. Взаимоотношения регулируются многолетним контрактом "Город - PTM", а также бюджетом. Администрация PTM назначается местным органом власти на 3 года. Административный совет принимает бюджет, утверждает документы, принимает решения о создании или ликвидации транспортных линий, устанавливает тарифы и определяет политику заработной платы работников транспорта, рынки работ и т.п. Генеральный директор PTM назначается административным советом, ему делаются полномочия по всем актам управления. В кадровой политике предприятие пользуется полной самостоятельностью.

В отличие от тарифов, действующих на большинство других услуг, тарифы на общественный транспорт во Франции не регулируются. Размер повышения в основном соответствует уровню инфляции. Тарифный принцип, действующий в Марселе, является принципом единой тарификации, применяемой для всех видов поездок независимо от их длительности, без учета пересадок. Исходная сумма составляет 6 франков, что соответствует 20% почасовой минимальной гарантированной оплаты (6 франков - это примерно стоимость 2 л дизельного топлива).

Перед PTM поставлены три стратегические задачи (оговоренные, кстати, трехлетним контрактом с руководством PTM):

1.Нормализовать издержки производства. После того, как постепенно всеми предприятиями было принято предложение, в соответствии с которым “соблюдение нормальной себестоимости отвечает интересам всех”, прирост производительности, полученный с 1985 по 1991 гг., превысил 20%. В течение этого периода персонал предприятия сократился с 3050 до 2650 человек, в то время как объем перевозок (за счет пуска в эксплуатацию второй линии метро) возрос на 10%.

2.Улучшить качество услуг. Чтобы добиться результатов на этом направлении предприятие мобилизует свои ресурсы, направляя их на выполнение ограниченных, но важнейших задач: чистота в метро, совершенствование расписания наземного транспорта, пунктуальность в выполнении рейсов, информирование пассажиров.

3.Мобилизовать резервы транспортных предприятий путем повышения ответственности людей. Эта задача решается повышением уровня децентрализации, уточнением содержания профессий транспортных работников, в особенности водителей.

С учетом проанализированного выше отечественного и зарубежного опыта и специфики Екатеринбурга автор разработал концепцию системы взаимоотношений “город - предприятие ГПТ”. Суть этой концепции сводится к следующему.

По опыту Екатеринбурга и других крупнейших городов России известно, что в настоящее время администрации этих городов вынуждены 50-80% расходов предприятий ГПТ покрывать в форме дотаций. В целях совершенствования хозрасчетных отношений между городами и предприятиями ГПТ и внутри последних необходимо отказаться от муниципальной дотации на эксплуатацию массового пассажирского транспорта в существующем виде. Для решения этой задачи предлагается следующий механизм [53]. Между администрацией городов и предприятиями ГПТ заключается договор-заказ на срок не менее трех лет с детализацией первого года в помесячном разрезе. В договоре устанавливаются индивидуальные расчетные тарифы по видам транспорта и годам (на первый год и по кварталам) и качественные условия перевозки пассажиров (затраты времени на поездку, наполнение подвижного состава в часы пик, регулярность движения), тарифы для населения, а также субсидии, выплачиваемые администрацией и учитывающие наличие не зависящих от транспортного предприятия факторов (увеличение средней дальности поездки, цен на подвижной состав, материалы, электроэнергию, норм амортизационных отчислений, средней зарплаты, числа

лиц пользующихся правом бесплатного проезда) и необходимость повышения качества обслуживания населения (снижение наполнения, сокращение интервалов движения, приобретение комфортабельного подвижного состава). В договоре определяются обязанности администрации города по развитию путей сообщения ГПТ и приобретению подвижного состава (с разбивкой по годам, а на первый год с разбивкой по месяцам).

Механизм взаимодействия исполнительной власти и предприятий ГПТ в процессе реализации договора-заказа может быть представлен следующим образом. В рамках исполнительной власти создается отдел (департамент) (комитет) транспортных систем, который выполняет функции заказчика. Этот орган ежеквартально отслеживает (например, с применением опроса по телефону определенного количества семей, представляющих социальную модель населения города) выполнение предприятием ГПТ оговоренных в договоре-заказе показателей обслуживания населения. В случае отклонения этих показателей в худшую сторону, удельный вес дотации в плановых расходах предприятий ГПТ снижается на определенную величину, что, естественно, приводит к уменьшению прибыли. В случае изменения первоначальных условий договора-заказа предприятие ГПТ может ставить вопрос о соответствующем изменении удельного веса дотаций. Индивидуальный для данного города, вида транспорта, группы маршрутов расчетный тариф не может быть постоянным, как и стоимость поездки для пассажира (в этом случае речь скорее всего должна идти о дифференцированной системе тарифов за поездку, учитывающей время суток, социальную группу населения и т.д.). Вследствие указанного удельный вес дотации на ГПТ будет существенно колебаться. Например, субсидия на эксплуатацию автобусов для городов с населением менее 400 тыс. жителей колебалась от 14% в Великобритании до 57% в Нидерландах; в городах с большей численностью - от 21 до 67% всех затрат в тех же странах; в США аналогичные показатели составляли 24 и 26% [199]; в среднем по городам ФРГ предприятия городского транспорта покрывают 53% всех затрат за счет собственных доходов [200].

Реализация предложенной выше концепции требует решения ряда сложных задач. Среди них создание методики определения величины дотации предприятию ГПТ и установление расчетного тарифа с учетом конкретных условий города и групп маршрутов; разработка механизма взаимоотношений местных органов исполнительной власти, выплачи-

вающих дотации, с предприятиями ГПТ, определение нормативов платы предприятиями и организациями в местный бюджет за транспортно-пассажирское обслуживание населения. Последнее связано с тем, что повышение качества пассажирских перевозок приводит прежде всего к росту производительности труда в отраслях материального производства (см.5.2), а следовательно, к получению дополнительной прибыли. Поэтому предприятия и организации должны покрывать часть затрат на внутригородские пассажирские перевозки (с учетом фонда развития сети магистральных улиц и транспортных сетей наземного массового пассажирского транспорта).

На основе приведенной выше концепции взаимоотношений в системе “город - предприятие ГПТ” предложено поэтапное изменение системы управления предприятиями ГПТ города (на примере горэлектротранспорта).

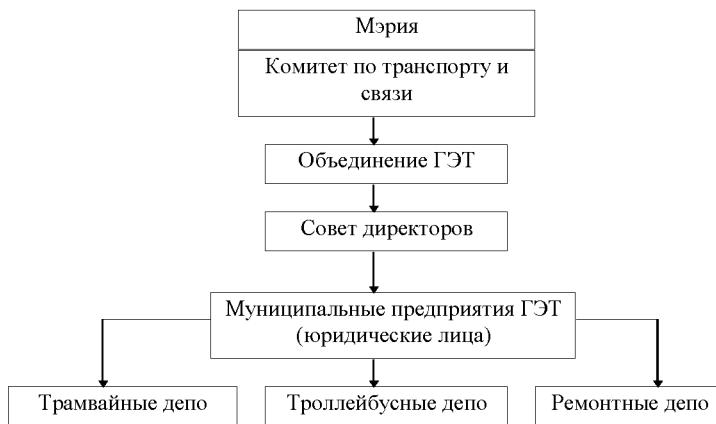
На первом этапе все трамвайные и троллейбусные депо становятся юридическими лицами в форме муниципальных предприятий. В дальнейшем эти предприятия могут быть преобразованы в общества с ограниченной ответственностью и (или) акционерные общества закрытого типа, которые берут у Екатеринбургского объединенного комитета и фонда муниципального имущества в аренду имущество, находящееся на балансе нынешнего ТТУ. Депо как юридические лица создают объединение, которому поручают заключение договоров с мэрией. Комитет по транспорту заключает договора на транспортное обслуживание населения с объединением горэлектротранспорта (аналогично - с автобусным объединением). Схема взаимоотношений города и муниципальных предприятий на этом этапе представлена на рис. 39.

Далее логично следует второй этап преобразований. Предприятия ГЭТ самостоятельно избирают форму своего объединения. Аппарат управления существующего ТТУ трансформируется в центр профессиональных услуг (как самостоятельное юридическое лицо), отчисления на содержание которого предусматриваются учредительным договором бывших депо. В первую очередь этот центр координирует движение на транспортной сети ГЭТ и выполняет диспетчерские функции. Схема взаимоотношений по данному варианту приведена на рис.40.

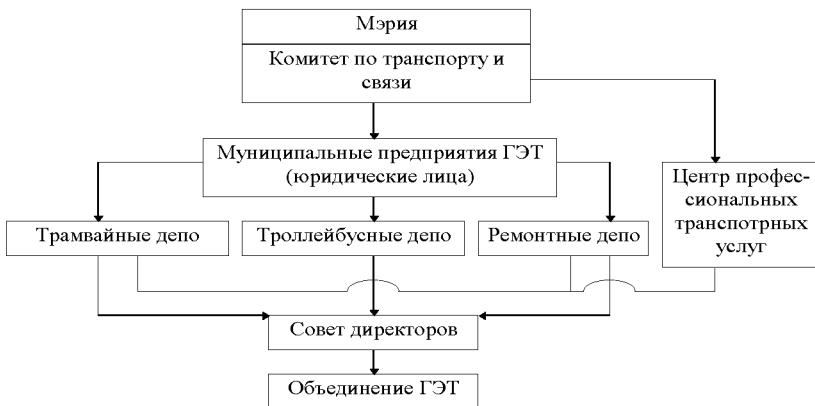
Указанные выше варианты предусматривают, таким образом, возможность приватизации имущества ТТУ.

В рамках объединения взаимоотношения строятся на договорной основе. Договор с транспортным департаментом мэрии на обслужива-

ние населения на первом этапе заключает объединение; оно организует контроль объема и качества работы, координирует техническую, экономическую и финансовую политику, анализирует результаты работы, организует работы по капитальному строительству (в рамках создаваемого фонда). Распределение объемов заказа (в место километрах) осуществляется согласно расписанию движения с введением поправочных коэффициентов, учитывающих специфику работы муниципального предприятия - депо (наличие сплотков, скорость движения, выработка на одного водителя). Качественной характеристикой работы депо является регулярность движения или исполнение количества рейсов. Работа депо финансируется по планово-расчетному тарифу (на 100 место-км) за фактически выполненный объем.



**Рис. 39 Схема взаимоотношений “Город - предприятия ГЭТ”
на первом этапе изменения системы управления**



**Рис.40 Схема взаимоотношений “Город - предприятия ГЭТ”
на втором этапе изменения системы управления**

Автором разработан порядок оценки услуг в рамках объединения по службам энергохозяйства, аварийно-транспортной, АСУ, производственно-технического обеспечения и комплектации, а также проекты системы договоров между заказчиком и объединением или предприятием ГПТ, договоров взаимодействия между предприятием ГПТ и объединением ГПТ.

Заключение

Прогнозирование, планирование и проектирование развития транспортных систем городов в условиях самоуправления территорий наряду с общими признаками - децентрализация власти, усиление экономических методов управления, относительная свобода в принятии решений местными органами управления, усиление внимания властей к социальным проблемам - имеет ряд специфических особенностей:

1. Разработка прогнозов, планов и проектной документации для решений транспортных проблем городов будет осуществляться за счет местного бюджета и по заказам местных органов управления; этим же органам будет принадлежать право утверждения разработанных документов, проектов и схем.

2. Объем и содержание проектной документации в области организации и управления движением в городах будет зависеть в первую очередь от финансовых возможностей заказчика, от наличия у него исходной информации, сроков, устанавливаемых заказчиком для разработки проектной документации, и т.п. Очевидно, что два города, испытывающие одинаковые транспортные затруднения, но имеющие разные бюджетные возможности, могут заказать разные по объему схемы и проекты организации городского движения.

3. Со временем должны появитьсяся (и уже появляются) альтернативные разработчики проектной документации в области организации городского движения: наряду с государственными - частные, наряду с универсальными (в основном градостроительными) проектными организациями - специализированные транспортные (и даже по отдельным узким направлениям организации движения).

4. Меняется суть привычных проектных документов, прежде всего таких, как генплан города, который из директивного (нормативного) документа становится моделью развития города при определенных исходных посылках.

5. Изменения в экономике (уменьшение доли государственных предприятий, нарождение, функционирование, а в о многих случаях и быстрое исчезновение многочисленных мелких предприятий, демонополизация производства и абсолютное высвобождение занятых из сферы материального производства) требуют принципиальных изменений в методах прогнозирования загрузки путей сообщений транспортными и пешеходными потоками, в методах сбора, переработки, хранения и ис-

пользования информации о городе и городском движении, акцентирования внимания на разработке и реализации мероприятий в короткие сроки. При этом схема и проекты организации движения должны выполнять не столько градорегулирующие, сколько транспортно-регулирующие функции.

6. Резко возрастают требования к точности транспортных расчетов, так как они предопределяют капитальные вложения из местного бюджета.

7. Техническое управление движением в городах может быть реализовано как на отечественном, так и на зарубежном оборудовании; выбор этого оборудования для каждого города индивидуален и зависит от возможностей заказчика.

Быстрое нарастание автомобилизации населения городов в условиях несоответствия сложившихся сетей магистральных улиц транспортным потокам приводит к ряду негативных последствий и требует преимущественной поддержки массового пассажирского транспорта городов как альтернативного направления развития транспортной системы города (или, по крайней мере, сбалансированного развития массового пассажирского и легкового индивидуального транспорта). При этом следует отметить два немаловажных обстоятельства:

за последние 20 лет не опубликовано ни одной крупной работы по анализу закономерностей передвижений в конкретном городе или группе городов;

из-за отсутствия финансирования научно-исследовательских и проектных работ в области транспортных систем городов отмечается быстрый отток и без того немногочисленных в Российской Федерации кадров ученых и специалистов в этой области знания.

В силу отмеченного выше автор считал необходимым обобщить накопленный им опыт исследования закономерностей внутригородских передвижений в надежде, что полученные в процессе этой работы результаты окажутся полезными в период, когда необходимость и финансовые возможности позволят вернуться к интенсивной проработке проблем транспорта городов, в частности систем ГПТ. Именно поэтому в книге приведено большое количество таблиц, рисунков и моделей.

К сказанному необходимо добавить следующее. Для повышения уровня прогнозирования, планирования, проектирования и развития транспортных систем городов необходима разработка и реализация программы научных работ по проблеме “Внутригородская подвижность”

(ВП), которая в свою очередь может явиться частью более общей программы “Территориальная подвижность [57].

Программа ВП может состоять из двух частей.

Первая - стратегическая - предполагает долговременные исследования типа мониторинга, когда по группе городов, моделирующих систему городского расселения РФ, один раз в пять лет проводятся исследования внутригородской подвижности по единой методике . В основу отбора объектов исследования может быть положен принцип “креста” или “решетки”: отбираются города разной людности, находящиеся на пересечении главного пояса расселения с меридиальными поясами (европейским, уральским, сибирским). Стратегическая часть программы ВП должна быть рассчитана не менее чем на 20 лет. Финансиовать эту часть исследования должны как федеральный, так и местный бюджеты. Для согласования методики проведения исследований, обработки, представления и обобщения информации необходимо провести специальную конференцию, создать группу разработчиков, издать для обсуждения проект “Методология исследования внутригородской подвижности”. Особый интерес при этом представляет опыт ГДР, где по 16 городам обследования последовательно выполнены в 1972, 1977, 1982, 1987гг. [201 - 208].

Вторая часть программы ВП - тактическая - может предусматривать сбор, дополнительную обработку и обобщение по согласованному тематическому плану материалов ранее проведенных исследований внутригородской подвижности как в региональном, так и в любых других аспектах. В первую очередь необходимо подвести итоги по вопросам влияния пола, возраста, социальной группы, образования и других факторов на величину общей, транспортной и пешеходной подвижности, проанализировать ее изменения во времени (за ряд лет, по месяцам, дням недели, часам суток) и в пространстве города, исследовать влияние уровня автомобилизации на подвижность.

В основу подготовки программы ВП могут быть положены следующие гипотезы и определения.

Под передвижением следует понимать перемещение, характеризуемое целью, направлением, траекторией; при отсутствии последнего признака речь идет о корреспонденции. Показатели, характеризующие процесс передвижений, бывают объемные, удельные и структурные. К объемным относятся общее количество передвижений по городу, району, общее количество поездок, передвижения пешком. Удельными по-

казателями являются общая, транспортная, пешеходная подвижность всего населения, отдельных социальных, возрастных и иных групп, средние дальность и затраты времени на передвижения и поездки. К структурным относятся распределение населения (обследованных) по суточному количеству передвижений, их дифференцирование по затратам времени и дальности, коэффициент пользования транспортом, временная неравномерность передвижений, целевая структура подвижности. В программе ВП проверяется гипотеза о том, что в соответствии с механизмом самоорганизации внутригородских передвижений под влиянием планируемого (реализуемого) суточного количества передвижений изменяются параметры подвижности. Подтверждение этой гипотезы позволяет комплексом планировочных, транспортных и иных приемов управлять (в определенных пределах) подвижностью.

Исследования автора по ряду городов позволили выявить зависимость суточных затрат времени на передвижения, средних затрат времени, коэффициента пользования транспортом, целевой структуры передвижений от подвижности населения. Расчеты показали, что при современном уровне обеспеченности населения городов жилой (полезной) площадью и уровне автомобилизации можно говорить об общественно необходимой (но явно недостаточной) подвижности, равной трем передвижениям в сутки с параметрами: коэффициент пользования транспортом - 0,54; средние затраты времени на передвижения - 28,8 мин (12,6 мин на пешеходное передвижение и 42,5 мин на поездку), суточные затраты времени - около 87 мин, удельный вес трудовых передвижений - 29,2%. Естественно, что для городов разной людности в зависимости от уровня развития транспортной системы и уровня автомобилизации населения указанные выше показатели будут отличаться от приведенных выше.

Реализация программы ВП даже только в тактической ее части позволяет резко сократить трудоемкость и стоимость обследовательских работ при прогнозировании, планировании и транспортно-градостроительном проектировании транспортных систем городов, прежде всего ГПТ. Так, подтверждение гипотезы о влиянии подвижности населения на параметры передвижений сводит обследования к выявлению распределения населения по суточному количеству передвижений.

Несомненно, быстрому передвижению в области фундаментальных исследований способствовало бы издание журнала "Транспортные

системы городов”, речь о котором идет уже не первое десятилетие. Ощущается острая необходимость в подготовке и издании библиографического указателя отечественной литературы по транспортным системам городов и отдельно указателя авторефератов кандидатских и докторских диссертаций, защищенных в СССР и РФ.

Назрела необходимость в создании ассоциации специалистов в области транспортных систем городов, а следовательно, ассоциации предприятий ГПТ и связанных с ГПТ промышленных предприятий, проектных, исследовательских и других организаций независимо от форм собственности [65].

Автор посвятил свою работу классику науки о транспортных системах городов - своему Учителю - А.А.Полякову (1895-1985гг.). Следует сказать, что до сих пор нет ни одной серьезной книги об известных специалистах по транспортным системам городов. Сегодня представляется необходимым издать книгу, посвященную исследователям и специалистам, внесшим вклад в эту науку, и учредить медаль им. А.А.Полякова.

Литература

- 1.Александер К., Руднева Н. Исследование зависимостей между трудовым расселением и числом работающих в семьях. Вып.2. - М.: Стройиздат, 1974 - 100с.
- 2.АН СССР. Вопросы планирования городского развития. - М.: ЦЭМИ, 1977
- 3.Бакутис В.Э., Овечников Е.В. Городские улицы, дороги и транспорт. М.: Высшая школа, 1971 - 262с.
- 4.Баркова Е.А. Методика получения данных о передвижениях населения / в кн.: Проблемы советского градостроительства №10 (городское движение и транспорт). - М.: Госстройиздат, 1963, с.5-25
- 5.Баркова Е.А. Теория и практика обследований расселения в городах СССР / в кн.: Расселение в городах (количественные закономерности). - М.: Мысль, 1968, с.75-129
- 6.Белинский А.Ю. Динамика расселения и подвижности жителей большого города / обзоры по проблемам больших городов. - 1977, №4
- 7.Белинский А.Ю. Исследование тяготений населения и транспортных связей при реконструкции центральных районов крупного города / автореферат к.т.н. - Л.: ЛИСИ, 1969 - 22с.
- 8.Богорад Д.И. Конструктивная география района. Основы районной планировки. - М.: Мысль, 1965
- 9.Брайловский Н.О., Грановский Б.И. Моделирование транспортных систем. - М.: Транспорт, 1978 - 126с.
- 10.Бурнштейн И.М., Файгнер В.И. Метод анализа эффективности на основе динамической регрессионной модели // Экономические проблемы капиталовложений и новой техники в строительстве: Сб. трудов НИИЭС Госстроя СССР. - М., 1971, с. 125-133
- 11.Бюджет времени городского населения / под ред. Б.Т. Колпакова и В.Д. Патрушева. - М.: Статистика, 1971.
- 12.Ваксман С.А., Шиляева Л.В. Передвижения населения на легковом автотранспорте в городах (на примере Свердловска) / в сб. трудов УПИ им. С.М. Кирова №194 "Планировка, застройка и инженерное оборудование селитебных территорий городов Урала и Зауралья". - Свердловск, 1971, с.94-101
- 13.Ваксман С.А. Методические вопросы прогнозирования объема пассажироперевозок городским пассажирским транспортом / Роль вычислительной техники в решении планово-экономических, учетных и производственных задач (тезисы научно-практической конференции). - Свердловск, 1972, с.31-35
- 14.Ваксман С.А., Казнодий А.И. О соотношении фактической и учтенной подвижности на городском электротранспорте в крупных городах / в кн.:

Городской транспорт и организация городского движения. - Свердловск, 1973, с.130-134

15.Ваксман С.А., Роговин А.Е., Ставничий А.Ю. Стадийное проектирование транспортных систем с учетом улучшения городской среды / в кн. Преобразование городской среды (тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции). - Минск: Полымя, 1973, с.128-132

16.Ваксман С.А., Бубнов Э.А. О достоверности определения затрат времени на передвижения анкетным методом / в сб. : Современное состояние и перспективы развития транспортных систем крупных городов. Вып.1 - Свердловск: Полиграфист, 1974, с.56-59

17.Ваксман С.А., Гальперин А.И. Себестоимость пассажироперевозок на электротранспорте в крупном городе / в сб. : Современное состояние и перспективы развития транспортных систем крупных городов. Вып.2. - Свердловск: Полиграфист, 1974, с.61-65

18.Ваксман С.А., Носачева С.В. Об одном подходе к исследованию городского движения / в сб. : Транспортные проблемы современного градостроительства (тезисы докладов всесоюзного семинара). - Киев, 1975, с.70-71

19.Ваксман С.А. Транспортно-градостроительное прогнозирование на короткий расчетный срок (методический аспект) / в кн.: Город и пассажир. Градостроительные проблемы развития пассажирского транспорта. - Л.: Стройиздат, 1975, с. 77-84

20.Ваксман С.А. Планирование средней дальности поездки на городском пассажирском транспорте / в кн. : Моделирование процессов управления транспортными системами (тезисы докладов Всесоюзной конференции). - Владивосток, 1977, с.56-80

21.Ваксман С.А. Транспорт и городская среда (материалы научно-технической конференции “Санитарно-гигиенические проблемы охраны окружающей среды в городском хозяйстве (транспорт). - Вильнюс: Министерство коммунального хозяйства Литовской ССР. Литовское республиканское правление НТО КХ и БО, 1977, с.11-13.

22.Ваксман С.А., Рогожкин В.П., Платонов В.В. Городской пассажирский транспорт (справочник). - Свердловск: Уральский рабочий, 1977 - 86с.

23.Ваксман С.А., Левкович А.М. Прогнозирование объема перевозок на городском пассажирском транспорте в совокупности городов страны / в кн.: Размещение производительных сил Урала. Межвузовский сборник, вып.8. - Свердловск: изд-во Ургу им. А.М. Горького, 1977, с.165-168

24.Ваксман С.А. Моделирование средней дальности маршрутной поездки и длины маршрута / в кн. :Повышение эффективности транспортной системы Литовской ССР. Прибалтийская комиссия научного совета АН СССР по проблеме “Размещение производительных сил СССР”. - Вильнюс, 1977, с.122-126

25.Ваксман С.А. Влияние численности населения городов на маршрутную подвижность / в кн. : Размещение производительных сил Урала.

Межвузовский сб., вып.9. - Свердловск: изд-во УрГУ им. А.М. Горького, 1978, с.176-184

26. Ваксман С.А., Белинский А.Ю. Методика обследования и анализа современного состояния транспортных систем городов / в кн. : Проблемы комплексного развития транспортных систем городов (тезисы докладов и сообщений Всесоюзного научно-технического семинара). - Минск, 1978, с.131-135

27. Ваксман С.А., Гальперин А.И., Платонов В.В. Динамика средней дальности маршрутной поездки на городском пассажирском транспорте // Пути повышения производительности труда и улучшения качества обслуживания населения предприятиями жилищно-коммунального хозяйства местных Советов Свердловской области (тезисы доклада научно-технической конференции). - Свердловск, 1978, с. 27-28.

28. Ваксман С.А. Стадийность транспортно-градостроительного проектирования / в сб. : Задачи по дальнейшему повышению безопасности дорожного движения (тезисы докладов научно-практической конференции). - Свердловск: Комиссия по безопасности движения Свердловского облисполкома, 1979, с.32-37

29. Ваксман С.А. Совершенствование планирования массового пассажирского транспорта крупного города / в сб.: Размещение производительных сил Урала. Вып. 10. - Свердловск: Изд. Уральского госуниверситета, 1979, с. 117-121.

30. Ваксман С.А. Влияние социально-демографических факторов на внутригородскую подвижность населения / в кн. : Проблемы рационального природопользования и размещения производительных сил Урала. - Свердловск, 1981, с.48-56

31. Ваксман С.А. Метод расчета средней дальности маршрутной поездки в городах / в кн.: Комплексное развитие автомобильного транспорта крупных городов на примере г.Москвы (тезисы докладов II Всесоюзной научно-технической конференции). - М.: АН СССР. Госплан СССР. Госстрой СССР, 1981, с.85-86

32. Ваксман С.А., Глик Ф.Г. Временная неравномерность центростремительных пассажирских потоков в групповых системах населенных мест / в кн. :Проблемы формирования развития региональных социально-экономических систем "город-село" в республиках и областях Нечерноземной зоны РСФСР (материалы Всероссийской научной конференции). - Саранск, 1981, с.315

33. Ваксман С.А. Динамика внутригородского расселения // в сб.: Город-Транспорт-Человек (тезисы докладов конференции). - Челябинск: УДНТП, 1982, с.28

34. Ваксман С.А. Классификация внутригородских передвижений по направлениям и целям / в кн. :Размещение производительных сил Урала (сб. научных трудов), вып. 12. - Свердловск: УрГУ им. А.М. Горького, 1982, с. 102-110

35. Ваксман С.А. Методологические вопросы комплексных транспортных обследований в городах / в кн. : Опыт и проблемы разработки территориальных АСУ (материалы республиканского семинара). - Томск: Изд-во Томского университета, 1983, с.41-42

36. Ваксман С.А. Взаимосвязь затрат времени и целевой структуры внутригородских передвижений / в кн. : Вопросы планировки и застройки городов (тезисы докладов). - Пенза, 1983, с. 16-17

37. Ваксман С.А., Скутин В.А. Совершенствование расселения трудящихся как фактор рационального использования трудовых ресурсов / в кн. : Экономико-статистические методы изучения трудовых ресурсов (тезисы докладов к зональной конференции). - Новосибирск, 1984, с.13-15

38. Ваксман С.А., Швец В.Л. Практика реализации решений комплексной транспортной схемы Караганды в области массового пассажирского транспорта / в кн. : Размещение производительных сил Урала (сб. научных трудов). - Свердловск, 1984, с.80-90

39. Ваксман С.А., Швец В.Л. Анализ реализации комплексных транспортных схем крупных городов Казахстана / в сб. : Город-транспорт-человек. - Челябинск: УДНТП, 1984, с.28-29

40. Ваксман С.А. Влияние затрат времени на передвижение к месту работы на производительность труда / в кн. : Размещение производительных сил Урала. - Свердловск: СИНХ, УрГУ, 1985, с.122-130

41. Ваксман С.А., Любарский Р.И., Швец В.Л. Определение средней дальности маршрутной поездки на городском пассажирском транспорте // Экспресс-информация "Современное состояние и тенденция развития больших городов в СССР и за рубежом". - М.: МАНТП, 1985, вып. 12/4. 4с.

42. Ваксман С.А. Сокращение затрат времени на трудовую поездку как фактор роста производительности труда / в кн.: Проблемы совершенствования организации и планирования труда (всесоюзная научная конференция). - Свердловск, 1986, с.43-44

43. Ваксман С.А. Закономерности распределения населения городов по суточному количеству передвижений / в сб.: Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов Среднего Урала (тезисы докладов). - Свердловск, 1986, с.11-13

44. Ваксман С.А., Скутин В.А., Скутина Т.П. Транспортные проблемы территориальных систем расселения / в кн. : Совершенствование комплексного развития городов и районов Среднего Урала (тезисы докладов). - Свердловск, 1986, с.87-88

45. Ваксман С.А., Швец В.Л. Метод анализа точности прогнозирования в комплексных транспортных схемах городов / в сб. : Город-транспорт-человек (тезисы докладов). - Челябинск: УДНТП, 1986, с.35-36

46. Ваксман С.А., Скутин В.А., Чикин А.А. Проблемы развития пассажирского транспорта городов Урала / в сб. : Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов Среднего Урала (тезисы докладов). - Свердловск, 1986, с.5-7

47. Ваксман С.А. Прогнозирование развития городского пассажирского транспорта региона / в кн.: Прикладные проблемы управления макросистемами. 2-ая всесоюзная школа (тезисы докладов). - М.: АН СССР, Минвуз СССР, 1987, с.106-109

48. Ваксман С.А. Прогнозирование объемов внутригородских передвижений в системах расселения / в кн.: Размещение производительных сил Урала (сб. научных трудов). - Свердловск: Свердинх, УрГУ, 1987, с.104-111

49. Ваксман С.А., Чернышев А.М. Закономерности посещаемости общедоступных предприятий общественного питания / в кн.: Научно-технический прогресс в общественном питании (тезисы докладов). IX научная конференция. - М.: Минторг СССР, НИИОП, 1987, с.40-41

50. Ваксман С.А., Чернышев А.М. Факторы, влияющие на передвижения населения к общедоступным предприятиям общественного питания / в кн.: Вопросы повышения эффективности обслуживания населения (сб. статей). - Свердловск: СвердИНХ, 1988, с.77-82

51. Ваксман С.А. Распределение населения по суточному количеству передвижений / в кн.: Городской пассажирский транспорт: экономика, организация, транспортно-градостроительное проектирование - АН СССР. Материалы всесоюзной научно-практической конференции. - Ленинград: Наука, 1988, с.216-217

52. Ваксман С.А. Влияние суточной подвижности городского населения на ее характеристики / в кн.: Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов. - Свердловск, 1988, с.25-27

53. Ваксман С.А. Услуги ГПТ и хозрасчет / в кн. :Социально-экономические проблемы повышения качества и эффективности производства товаров народного потребления (тезисы докладов). - Свердловск, 1988, с.44-46

54. Ваксман С.А. О влиянии половозрастной структуры населения городов на суточную подвижность / в кн.: Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов. - Свердловск, 1988, с.28-30

55. Ваксман С.А. О суточных затратах времени на внутригородские передвижения / в кн.: Вопросы планировки и застройки городов. - Пенза, 1988, с.16-18

56. Ваксман С.А., Воробьева О.А. Субъективный фактор в оценке структуры затрат времени на передвижения / в кн.: Экономика и перестройка (тезисы докладов). - Свердловск, 1989, с.57-59

57. Ваксман С.А. Проблемы создания и реализации научной проблемы "внутригородская подвижность" / в кн.: Совершенствование транспортных систем городов (проектирование и планирование) (тезисы сообщений Всесоюзного научно-технического семинара). - М.: Госкомархитектура, 1989, с.123-125

58. Ваксман С.А. Влияние суточной подвижности на целевую структуру передвижений / в кн.: Вопросы планировки и застройки городов (тезисы докладов к зональной конференции). - Пенза, 1989, с.20-21

59. Ваксман С.А. О механизме самоорганизации внутригородских передвижений / в кн.: Прикладные проблемы управления макросистемами Третья всесоюзная школа. - М.: АН СССР, ВНИИСИ, МНИИПУ, 1989, с.86-88

60. Ваксман С.А., Гальперин А.И., Отдельнова Е.А. Совершенствование работы пассажирского общественного транспорта в крупных городах. Проблемы больших городов. Обзорная информация, вып.21. - МГЦНТИ, 1989 - 24с.

61. Ваксман С.А., Головачева О.В. Изменение целевой структуры внутригородских передвижений по дням недели / в кн.: Экономика и перестройка (тезисы докладов). - Свердловск, 1989, с.64-66

62. Ваксман С.А., Мехаева И.И. Влияние подвижности на относительную величину часового максимума суточного количества передвижений / в кн.: Экономика и перестройка (тезисы докладов). - Свердловск, 1989, с.69-71

63. Ваксман С.А., Тарских О.В. Влияние половозрастной структуры населения городов на скорость передвижения / в кн.: Экономика и перестройка (тезисы докладов). - Свердловск, 1989, с.69-71

64. Ваксман С.А. Опыт систематического исследования внутригородской подвижности в ГДР / в кн.: Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (тезисы докладов III Свердловской конференции). - Свердловск, 1990, с.123-126

65. Ваксман С.А. Создание Союза (ассоциации) массового пассажирского транспорта / в кн.: Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (тезисы докладов III Свердловской конференции). - Свердловск, 1990, с.132-133

66. Ваксман С.А., Швец В.Л. Надежность прогнозирования развития транспортных систем городов // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (тезисы докладов III Свердловской конференции). - Свердловск, 1990, с.25-28

67. Ваксман С.А. Проектирование организации городского движения вопросы методологии / в кн.: Схемы и проекты организации движения в городах в условиях самоуправления территорий (тезисы докладов научно-практического семинара). - Свердловск, 1991, с.54-68

68. Ваксман С.А. Территориальная подвижность населения: Проблемы методологии исследования / Размещение производительных сил Урала - Сб. научных трудов. - Свердловск: СИНХ, 1991, с.97-105

69. Ваксман С.А., Гальперин А.И., Отдельнова Е.В. Пассажирский транспорт в условиях самоуправления городов // Жилищно-коммунальное хозяйство, 1991, №2, с.8-10

70. Ваксман С.А., Носачева С.В. Региональная система пассажирского транспорта и рынок: подходы к исследованию / в кн.: Комплексное социально-экономическое развитие и рыночные товарно-денежные отношения. - Пермь, Госкомитет РСФСР по делам науки и высшей школы, 1991, с.84-85

71. Ваксман С.А., Носачева С.В., Сабитов Р.К. Развитие и размещение транспортного комплекса страны (текст лекций). - Свердловск: СвердИИХ, 1991 - 60с.

72. Ваксман С.А., Кузнецов Г.С., Головачева О.В., Носачева С.В. Специфика проявления закона экономии времени в непроизводственной сфере // Социально-экономические проблемы развития народного хозяйства (Пятая Свердловская конференция) (тезисы докладов). - Свердловск, 1991, с. 73-75

73. Ваксман С.А., Хлебникова Е., Денисова Е.В. Целевая структура затрат времени рабочих и служащих в крупных городах // Социально-экономические проблемы развития народного хозяйства (пятая Свердловская конференция) (тезисы докладов). - Свердловск, 1991, с. 75-77

74. Ваксман С.А., Шипицын Ю.В., Сычев Г.А., Мирошник А.В., Михайлов В.В. Управление предприятиями наземного городского электротранспорта в крупнейших городах // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (тезисы докладов 4-ой екатеринбургской (первой международной) конференции). - Екатеринбург, 1992, с.7-10

75. Ваксман С.А., Швец В.Л. Динамика подвижности населения городов Казахстана в 70-80х годах // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (тезисы докладов 4-ой (первой международной) конференции). - Екатеринбург, 1992, с.20-21

76. Ваксман С.А., Швец В.Л., Носачева С.В., Ваксман Л.С. Прогнозирование подвижности населения в городах Казахстана // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (тезисы докладов 4-ой екатеринбургской (первой международной) конференции). - Екатеринбург, 1992, с.22-26

77. Ваксман С.А., Швец В.Л., Новикова Н.В., Носачева С.В. Влияние транспорта на развитие торговой сети городов // Размещение производительных сил Урала (сборник научных трудов. - Екатеринбург: УрИИХ, 1993, с.119-129

78. Ваксман С.А., Розенблат Л.М. Об одном подходе к исследованию подвижности городского населения // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (материалы и тезисы докладов второй международной (пятой екатеринбургской) конференции) - Екатеринбург, 1994, с.51-65

79. Ваксман С.А., Швец В.Л. Оценка точности прогнозирования развития транспортных систем городов в рамках КТС // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (материалы и тезисы докладов второй международной (пятой екатеринбургской) конференции). - Екатеринбург, 1994, с.39-41

80. Ваксман С.А., Швец В.Л. Метод расчета пассажиропотоков в городах / в кн.: Вопросы планировки и застройки городов (II международная научно-практическая конференция). - Пенза: ПГАСИ, 1995, с.13-16

- 80а. Ваксман С.А. О взаимосвязи затрат времени и дальности передвижений / в кн.: Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов. - Екатеринбург: Комвакс, 1994, с.68-72
- 81.Ваксман С.А., Глик Ф.Г., Швец В.Л. Транспортное районирование города / в кн.: Региональная экономика и региональная политика. - Екатеринбург: УрГЭУ, 1994, с.180-188
- 82.Ваксман С.А. Методология удовлетворения потребностей населения городов в передвижениях (проектный аспект) // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (материалы и тезисы докладов третьей международной (шестой екатеринбургской) научно-практической конференции). - Екатеринбург: Комвакс ,1996, с.22
- 83.Ваксман С.А. Сравнительный анализ фактических и желаемых затрат времени на поездку // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (материалы и тезисы докладов третьей международной (шестой екатеринбургской) научно-практической конференции). - Екатеринбург: Комвакс ,1996, с.56
- 84.Ваксман С.А., Любарский Р.Э. Динамическая устойчивость связи $\bar{l}_m=f(L_m)$ // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (материалы и тезисы докладов третьей международной (шестой екатеринбургской) научно-практической конференции). - Екатеринбург: Комвакс ,1996, с.60
- 85.Ваксман С.А., Швец В.Л. Информационная база расчета пассажиропотоков в городах (ч.1) / Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (материалы и тезисы докладов третьей международной (шестой екатеринбургской) научно-практической конференции). - Екатеринбург: Комвакс ,1996, с.51
- 86.Глик Ф.Г. Обследование передвижений населения / в кн.: В помощь проектировщику. Тема 3: Городской транспорт. - Киев: Будівельник, 1968, с.50-55
- 87.Глик Ф.Г. Принципы прогнозирования объема кратковременных посещений больших городов Белоруссии в проектах их планировки / в кн.: Современное состояние и перспективы развития транспортных систем крупного города. Вып.1. - Свердловск, 1974, с.97-102
- 88.Глик Ф.Г., Роговин А.Е. Развитие системы пассажирского транспорта в крупных городах (на примере Минска) - М.: Стройиздат, 1977 - 100с.
- 89.Глик Ф.Г. Закономерности передвижений приезжего пригородного населения в городах-центрах / дисс. к.т.н. - М.: МИСИ, 1981 - 211с.
- 90.Глик Ф.Г., Ваксман С.А. Временная правомерность центростремительных потоков в групповых системах населенных мест // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов (материалы и тезисы докладов второй международной (пятой екатеринбургской конференции). - Екатеринбург, 1994, с.5-9

91.Гольц Г.А. Исследование транспортных закономерностей расселения (на примере Московской агломерации) / автореф. ... к.т.н. - М.: АКХ, 1965 - 25с.

92.Гольц А.Г. Моделирование передвижений населения / в кн.: Географические исследования городской среды. - М., 1979, с.133-161

93.Гольц А.Г. Прогнозирование внутригородских пассажирских перевозок / Городское хозяйство Москвы, 1969, №10, с.13-14

94.Гольц Г.А. Теоретические основы взаимосвязанного развития транспорта и расселения. - автореф. на соиск. уч. степени д.г.н. - М.: ИГАН СССР, 1985 - 43с.

95.Гольц Г.А. Транспорт и расселение. - М.: Наука, 1981 - 248с.

96.Гольц Г.А. Транспортная статистика и вопросы расселения в Московском районе / в кн.: Проблемы советского градостроительства №10 (городское движение и транспорт). - М.: Госстройиздат, 1963, с.103-116

97.Госгражданстрой при Госстрое СССР. Руководство по проведению транспортных обследований в городах (проект) (А.Е.Роговин, Ю.Д.Ставничий, Ф.Г.Глик, С.А.Ваксман и др.). - Минск: БелНИИПГрадостроительства, 1978 - 103с.

98.Государственный комитет Совета Министров СССР по науке и технике. Временная научно-техническая комиссия по прогнозам развития транспорта больших городов. "Об основных направлениях развития транспорта больших городов с учетом оздоровления воздушного бассейна и снижения шума" (ротапринт). - М., 1969

99.Давидович В.Г. Количественные закономерности расселения относительно места работы / в сб.: Проблемы расселения. - Киев: Будівельник, 1966, с.19-34

100.Давидович В.Г. Количественные закономерности расселения относительно мест работы / в кн.: Расселение в городах (количественные закономерности). - М.: Мысль, 1968, с.5-74

101.Давидович В.Г. Расселение в промышленных узлах (инженерно-экономические основы). - М.: Госстройиздат, 1960 - 324с.

102.Данциг Р.А., Берзон В.В., Ваксман С.А., Сеткин В.П., Шиляева Л.В. Методика и практика обследования передвижений городского населения / в сб. трудов УПИ им.С.М. Кирова №169 "Проблемы градостроительства на Урале и в Западной Сибири". - Свердловск: УПИ им. С.М.Кирова, 1969, с.70-76

103.Данциг Р.А., Шиляева Л.В., Ваксман С.А. О закономерностях трудового тяготения городского населения / сб. : В помощь проектировщику - градостроителю. Вопросы городского транспорта. Вып.3.- Киев: Будівельник, 1970, с.36-42

104.Дерзский В.Г., Поляков В.Б. Модель долгосрочного прогнозирования (на примере потребности в электроэнергии) // Науковедение и информатика, 1974, №10

105.Добров Г.М. Прогнозирование науки и техники. - М.: Наука, 1969

- 106.Добросельская Т.М. Методы технико-экономических расчетов по выбору оптимального варианта пассажирской транспортной системы в крупных городах / в кн. :Вопросы организации и развития городского пассажирского транспорта. Научные труды ИКТП, вып. 41. - М.: ИКТП, 1973, с.34-102
- 107.Добросельская Т.М. Экономические показатели для выбора вида городского пассажирского транспорта. Труды ИКТП. - М., 1974
- 108.Добросельская Т.М., Пырялина Т.В. О затратах времени на транспорт и оценке пассажиро-часа в пригородно-городском сообщении / в кн.: Вопросы организации работы и развития городского пассажирского транспорта. Научн. труды ИКТП, вып.41 - М.: ИКТП, 1973, с.119-130
- 109.Дрюбин С.Г., Иванов В.И., Гвоздев А.М. Методология планирования внутригородских пассажирских перевозок. - Ленинград: ЛНИИКХ, 1935 - 76с.
- 110.Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок. - М.: Высшая школа, 1980 - 535с.
- 111.Ефремов И.С., Гольц Г.А. Городской пассажирский транспорт и АСУ транспорта (конспекты лекций). Ч.1. Теория городских пассажирских перевозок и АСУ городского транспорта. - М.: МЭИ, 1976 - 196с.
- 112.Зеленцев Б.П. Матричный анализ сложных систем. - Новосибирск: Наука - СО, 1972
- 113.Зенгбуш М.В., Белинский А.Ю., Дынкин А.Г. Пассажиропотоки в городах. - М.: Транспорт, 1974 - 137с.
- 114.Зенгбуш М.В. Исследование закономерностей межрайонных передвижений населения по культурно-бытовым целям в градостроительных расчетах / автореф. канд. дисс. - Л.: ЛИСИ, 1968 - 27с.
- 115.Зильберталь А.Х. Трамвайное хозяйство. Часть первая. ОГИЗ. - М.-Л.: Гострансиздат, 1932 - 304с.
- 116.Зильберталь А.Х. Проблемы городского пассажирского транспорта. М.-Л.: Изд-во НККХ РСФСР, 1937
- 117.Кабакова С.И. Градостроительная оценка территории городов. - М.: Стройиздат, 1973
- 118.Кабакова С.И. Экономические проблемы использования земель в строительстве. - М.:Стройиздат, 1981 - 156с.
- 119.КАЗНИПИАТ. Руководство по технико-экономическому обоснованию перевозок пассажиров, рациональной численности и структуры парка для внутригородских пригородных автобусных перевозок и легковых транспортных перевозок (на период 1971-1980гг.). - Алма-Ата, 1970
- 120.Касумов Ф.А. Исследование транспортно-планировочных факторов, определяющих затраты времени на передвижения / автореф ... к.т.н. - Л.: ЛИСИ, 1973 - 29с.
- 121.Каяри Ю.Я. О прогнозировании трудовых корреспонденций / В помощь проектировщику-градостроителю. Применение математических методов в градостроительстве. Вып.8. - Киев: Будівельник, 1972, с.40-49

- 122.Кларк И.Ф. Транспорт Ленинграда в связи с расселением населения / сб. работ в двух частях "Трамвай". - Л.: ЛНИИКХ,1936, с.124-219
- 123.Комплексные транспортные схемы городов. В помощь проектировщику-градостроителю. К.: Будівельник, 1974 - 96с.
- 124.Костин А.Е. Большие системы (элементы теории). - Тула: МВССО РСФСР. Тульский политехнический институт, 1973 с.11
- 125.Костюк В.О. Построение и анализ статистических показателей работы транспортных предприятий // Автореферат дисс. к.э.н.. - Харьков, 1974
- 126.Крамаренко И.Г., Сословский В.Г. Планирование средней дальности поездки пассажиров // Автомобильный транспорт Казахстана, 1977, №3, с.18-19
- 127.Кудрявцев О.К. Методика построения маршрутных схем городского транспорта // Сборник докладов второй научно-технической конференции по вопросам организации движения. -М.: МКХ РСФСР, 1956
- 128.Лиманов Ю.А. Метрополитен. - М.: Транспорт, 1971 - 231с.
- 129.Лернер А.Я. Начала кибернетики. - М.: Наука, 1967
- 130.Макаров В.Л., Рубинов А.М. Математическая теория динамики и равновесия. - М.: Наука, 1973.
- 131.Методические указания по проектированию сетей общественного транспорта, улиц и дорог. ЦНИИПГрадостроительства, вып.1 (проект).- М., 1968
- 132.Морфи Р. Американский город. - М.: Прогресс, 1972
- 133.Овечников Е.В., Фишельсон М.С. Городской транспорт / Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1976 - 352с.
- 134.Огороднийчук Н.Ф. Методы многокритериальной оптимизации / в сб.: Приборы и системы автоматики, вып.27. - Харьков: ХГУ, 1973.
- 135.Определение экономической эффективности систем городского пассажирского транспорта / под. ред. И.А. Молодых. Методическое пособие ИКТ. - М.: Транспорт, 1977 - 65с.
- 136.Пальчиков Н.С, Закономерности формирования крупных планировочных образований (на примере Ленинграда) / автореферат к.т.н. - Л.: ЛИСИ, 1978 - 14с.
- 137.Петров В.К., Сосянц В.Г. Городской транспорт. - М.: МКХ РСФСР, 1949
- 138.Петрова Т.Г. Статистический анализ затрат времени на трудовые передвижения населения городов / сб. науч. тр. АКХ им. К.Д.Памфилова "Автоматика, телемеханика и вычислительная техника в городском хозяйстве" - М.: АКХ, 1985
- 139.Поляков А.А, Городское движение и планировка улиц. М.-Л.: Гос. изд-во лит-ры по строительству и архитектуре, 1953
- 140.Поляков А.А. Основы транспортных расчетов по развитию путей сообщения города / диссертация на соискание ученой степени д.т.н. - АН СССР, ИКПТ - М., 1955, ч.І, II - 669с.

- 141.Поляков А.А. Организация движения на улицах и дорогах. - М.: Транспорт, 1965 - 376с.
- 142.Поляков А.А., Ваксман С.А. Пространственно-временная неравномерность городского движения / в кн. : Архитектура и транспорт (Союз Архитекторов СССР, Союз архитекторов ЭССР). - Таллинн, 1973, с. 161-167
- 143.Поляков А.А., Ваксман С.А. Методологические аспекты транспорно-градостроительных исследований / в сб. : Современное состояние и перспективы развития транспортных систем крупных городов. Вып.1. - Свердловск, 1974, с.5-10
- 144.Поляков А.А., Ваксман С.А. Комплексное развитие пассажирского транспорта в городах и агломерациях / в кн. "Город и транспорт. Комплексное развитие транспортных систем крупных городов и их зон" (4-я Ленинградская научно-практическая конференция). - М., Союз Архитекторов СССР, 1979, с.10-14
- 145.Поляков А.А., Ваксман С.А. Проблемы планирования комплексного развития пассажирского транспорта в городах / в кн. : Вопросы совершенствования планирования народного хозяйства (Межвузовский сборник). - Свердловск: Изд-во УрГУ им.А.М. Горького, 1980, с. 98-104
- 146.Потгофф Г. Учение о транспортных потоках. - М.: Транспорт, 1975
- 147.Правдин Н.В. Исследование влияния дальности поездки пассажира к месту работы на производительность труда и методика определения стоимости пассажиро-часа / сб. тр. БИИЖТА, вып.61 - Гомель: БИИЖТ, 1967
- 148.Расчет нагрузки сетей пассажиропотоков транспорта в городах / под. ред. А.Е.Роговина. - Минск: изд-во БГУ им.В.И.Ленина, 1975
- 149.Роговин А.Е. Планировочная организация транспортной системы города как средство управления пространственным распределением городского движения / Транспортные проблемы большого города (сборник научных трудов ЦНИИП Градостроительства). - М.: 1978, с.12 - 18
- 150.Роговин А.Е., Ставничий Ю.А., Глик Ф.Г., Ваксман С.А. и др. Руководство по проведению транспортных обследований в городах. - М.: Стройиздат, 1982
- 151.Руднева Н.А. Трудовые и культурно-бытовые поездки населения 9-го квартала новых Черемушек в Москве / в кн.: Проблемы советского градостроительства №11. - М.: Госстройиздат, 1962, с.111-118
- 152.Сайфулин Р.С. Программа транспортного прогнозирования динамических рядов методом трех параметров / в сб. НИИ ЦСУ СССР: Программы решения экономических задач на ЭВМ. Вып. 11(27). -М., 1971
- 153.Самойлов Д.С. Городской транспорт. - М.: Стройиздат, 1983
- 154.Самойлов Д.С. Исследование методов расчета пассажиропотоков на городском транспорте / сб.трудов МИСИ №149: Инженерные проблемы градостроительства и прикладная геометрия в архитектурно-строительном проектировании. - М.: МИСИ, 1977, с.3-12
- 155.Самойлов Д.С. Научные основы организации пассажирского транспорта в городах / автореф. дисс. д.т.н. - М.: МАДИ, 1972 - 40с.

156. Середа В.А. Совершенствование трудовых показателей на предприятии. - М.: Экономика, 1976 - 112с.
157. Сеткин В.П. Исследование закономерностей трудовых передвижений и расселения в крупнейших городах (на примере г.Свердловска) - автореф. дисс. к.т.н. - Свердловск: УПИ им. С.М.Кирова, 1969 - 17с.
158. Сиськов В.И. Корреляционный анализ в экономических исследованиях. - М.: Статистика, 1975 - 168с.
159. Смешанная Советско-американская комиссия про сотрудничеству в области охраны окружающей среды / Транспорт и городская Среда : Совместный Советско-американский доклад по теме "Рациональное соотношение развития общественного и индивидуального транспорта в городах различной величины". - М., Стройиздат, 1978
160. СНиП II-60-75* Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов. - М.: Стройиздат, 1981 - 77с.
161. СНиП 2.07.01-89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. - М.: Госстрой СССР, 1989 - 56с.
162. Ставниченко Ю.А. Цели и задачи разработки транспортных систем на различных стадиях градостроительного проектирования / в сб. научных трудов ЦНИИПГГрадостроительства: Повышение качества транспортно-планировочных решений в градостроительном проектировании. - М., 1977, с. 7-18
163. Старинкевич А.К., Рикберг Г.Б., Балацкий С.Н. Формирование пассажиропотоков в городах / обзор ЦНТИ по градостроительству и архитектуре. - М.: Стройиздат, 1972
164. Статистические методы исследования корреляций в экономике (перевод с румынского). - М.: Статистика, 1972
165. Столбун Л.Ю., Козубовская Л.И. Основные градообразующие факторы роста численности населения крупных городов УССР / в сб.: Экономика развития и реконструкции городов. - Киев: НИИПГГрадостроительства, с.28-34
166. Страментов А.Е., Сосянц В.Г., Фишельсон М.С. Городской транспорт и организация движения. - М., МКХ РСФСР, 1960
167. Стрельников А.П. Программа определения потенциальной транспортной потребности по воздушным линиям расстояния. - М.: Стройиздат, 1977 - 105с.
168. Судаков В.С. Некоторые вопросы методики прогнозирования объемов перевозок пассажиров автобусами (на примере Казахстана) / автореф. дисс. к.э.н.. - М.: МАДИ, 1969 - 22с.
169. СЭВ. Постоянная комиссия по строительству. Рекомендации по перспективу развитию городского пассажирского транспорта, классификации уличной сети и нормативы по ним. 1965
170. Тенденции энергопотребления и экономический рост. - М.: Наука, 1974 - 112с.
171. Томилин А.И. Организация движения трамвая и троллейбуса. - М.: Стройиздат, 1969 - 240с.

172. Томсен А.А. Опыт социолого-экономических исследований в строительстве. - Саратов: изд-во Саратовского университета, 1975 - 114с.
173. Томсен А.А., Туполова В.И. Экономическая эффективность социологических мероприятий в строительстве. - М.: Стройиздат, 1984
174. Указания по разработке комплексных схем развития всех видов пассажирского транспорта. Госплан СССР. - М., 1969
175. Указания по расчету сетей общественного транспорта, улиц и дорог в проектах генеральных планов городов. - М.: ЦНИИПградостроительства, 1972 - 56с.
176. Федюнин Ю.П., Грдличко К.А. Перспективы и области применения различных видов ГПТ // Экономика, организация, транспортно-градостроительное проектирование. Материалы Всесоюзной конференции. - Л.: Наука, 1988, с.49-53
177. Фильваров Г.И., Устенко Т.В. Проблемы эффективного использования территорий крупных городов. - Строительство и архитектура (Киев), 1984, №3, с.7-9
178. Френкель А.А. Математические методы анализа динамики прогнозирования производительности труда. - М.: Экономика, 1972
179. Хауке М.О. Исследование вопросов расселения на опыте изучения старых кварталов Москвы / в кн.: Проблемы советского градостроительства №11. - М.: Госстройиздат, 1962, с.95-110
180. Черепанов В.А. Транспорт в планировке городов. - М.: Стройиздат, 1970 - 303с.
181. Черкасов Г.Н. Научно-технический прогресс и развитие экономики региона / в книге "Советско-американский симпозиум экономистов" Москва 8-21 июля 1976г. - М.: Прогресс, 1978
182. Шабарова Э.В. Система пассажирского транспорта города и агломерации. Системный анализ и проектирование. - Рига: Зинатне, 1981 - 280с.
183. Шершевский Ю.З. Способы выявления закономерностей расселения трудящихся в городах / в сб.: Градостроительство. Городской транспорт. - Киев: Будівельник, 1967
184. Шештокас В.В. К методике транспортных расчетов в градостроительстве / сб.: Архитектура и транспорт (Союзы Архитекторов СССР и ЭССР. - Таллинн, 1973, с.114-127.
185. Шиляева Л.В., Ваксман С.А. Реконструкция маршрутной системы // Городское хозяйство Москвы, 1970, №6, с. 24-25
186. Шиляева Л.В. Изучение передвижений населения (на примере г. Свердловска) / в кн.: Планировка, застройка и инженерное оборудование селитебных территорий городов Урала и Зауралья. - Свердловск: УПИ им. С.М. Кирова, 1971, с.86-93
187. Шиляева Л.В. Исследование трудовых связей населения в реконструируемом городе (на примере Свердловска) / автореферат к.т.н. - Свердловск: УПИ им. С.М. Кирова, 1973 - 34с.

188.Шиляева Л.В., Ваксман С.А. Расчет перспективных пассажиропотоков и организация движения массового пассажирского транспорта (методические указания). - Свердловск: Изд-во УПИ им. С.М. Кирова, 1969 - 69 с.

189.Шлиппе И.И. Исследование закономерностей распределения пассажиропотоков на внутригородских автобусных маршрутах / автореферат к.э.н. - М., 1978

190.Щеглов В.А. Методика определения стоимостной оценки затрат времени на транспорте / в кн.: Вопросы экономики градостроительства и районной планировки. Вып.4. - Киев: Будівельник, 1970

191.Щеглов В.А. Методы и практика оценки времени в градостроительных расчетах / сб. тр. ВНИИСИ, 1978, №3

192.Юшкевич П.В. Определение объема пассажироперевозок г. Каунас / в сб. : Городское строительство и транспорт. Архитектура (материалы II республиканской научно-практической конференции). - Вильнюс, 1971

193.Якшин А.М. Планировка транспортных сетей. - М.: Гос.архитектурное изд-во, 1946 - 88с.

194.Якшин А.М., Говоренкова Т.М., Каган М.И., Меркулова З.Е., Стрельников А.И. Градоаналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании. - М.: Стройиздат, 1979 - 24с.

195.Ястребский Б.С. Математическая статистика. - М.: Госстатиздат, 1956

196.Deili Bodo, Flemming Ellinor, Lohse Dieter. Bezugene Einflusgroßen bei Regressionsmodellen der Verkehrsplanung."Strasse", 1970, 10, №4, 217-221

197.Ferguson D.A. comparison of journey times by car and bus in central London: 1983 resurvey with pilot survey of times by rail.- Traffic Eng and Contr., 1985, 26, №4, p. 198-199, 201-204

198.Mackinder J.H., Evans S.E. The Predictive accuracy of British transport studies in urban areas. - TRRL Suppl. Rept., 1981, №699 - 34pp.

199.Button K. Y. Subqides political control and costs of U.K. urban bus provision - Transp. Res.rec. 1985, №1012, c.8-13

200.Busse und Bahnen in den 90er Jahren mit Qualitat und Leistung nach vorte VOV-Unternehmen stellen Weichen furdie Zukunft Nahverkehrs - Praw - 1989, 37, №1, 8-9

201.Kennwerte und Trendbetrachtungen zum spezifischen Personenverkehrsaufkommen der Städte // Die Strasse, 27, Jahrgang (1987) 2, 33-37

202.Der öffentliche Personennahverkehr aus der Sicht der DDR-Verkehrsbefragungen // Die Strasse, 28, Jahrgang (1988) 5, 129-133

203.Analytische Betrachtungen zur Entwicklung des stadtischen Fußgangerverkehrs in der DDR // Die Strasse, 28, Jahrgang (1988) 12, 353-357

204.Reisezeitmessung des Kfz-Verkehrs in Erfurt-Erfahrungen und Ergebnisse einer Meßreihe // Die Strasse, 28, Jahrgang (1988) 8, c.227-229

205.Zur Entwicklung des Stadtverkehrs in der DDR von 1972 bis 1987 // DDR-Verkehr, 22 (1989) 4,

206.Innovationen und Personenverkehr // DDR-Verkehr, 22 (1989) 4, 138-141

207.Die Entwicklung des stadtischen Personenverkehrs in der DDR // Wiss.Z. Techn. Univers. Dresden 38 (1989) H.4), 199-204

208.Tendenzen und Gesetzmaßigkeiten der Personenbeförderungsarbeit im Einwohnerinnenverkehr // Die Strasse, 30, Jahrgang (1990) 1, 4-8

Приложение 1

Анкета №1 Данные о фактических передвижениях в городе

1.1. Сколько передвижений (пешком и на транспорте) всеми способами, не считая подходов к остановке при передвижении на транспорте, Вы совершаете обычно за сутки?

Передвижения	в т.ч. поездки
В будние дни	
В выходные дни	

1.2. Сколько передвижений (пешком и на транспорте) Вы совершили вчера?

Передвижения	Поездки

1.3. Сколько минут Вы обычно тратите на подход к остановочному пункту массового пассажирского транспорта?

При передвижении от:	Время подхода
места жительства	
места работы (учебы)	

1.4. Сколько минут Вы обычно тратите на ожидание нужного Вам маршрута в различное время суток?

	6 - 7 ч	7 - 9 ч	9-15ч	15 - 18ч	18 - 20ч	20 - 23 ч
Время ожидания (в минутах)						

1.5. Каким способом Вы чаще всего совершаете следующие передвижения? (отметьте знаком X).

Цель передвижения	Толь-ко пеш-ком	На ГПТ без пере-садки	На ГПТ с одной пересад-кой	На ГПТ с двумя пересад-ками	На лич-ном транс-порте	На прочих видах транс-порта
1	2	3	4	5	6	7
С места жительства к месту работы (учебы)						

Продолжение

С места работы (учебы) домой						
С места жительства к бытовым и торго- вым предприятиям своего района						
С места жительства к учреждениям куль- туры своего района						
С места жительства к центру города						
С места работы (уче- бы) к бытовым и торговым предприя- тиям						
С места работы к уч- реждениям культуры						
С места работы (уче- бы) к центру города						

1.6. Укажите, пожалуйста, сколько времени Вы тратите при совершении следующих передвижений (от двери до двери)

Цель передвижения	Затраты времени, мин		
	толь- ко пеш- ком	с ис- поль- зовани- ем ГПТ	с исполь- зованием лич- ного транс- порта
1	2	3	4
С места жительства к месту работы (учебы)			
С места работы (учебы) домой			
С места жительства к бытовым и торго- вым предприятиям своего района			
С места жительства к учреждениям культуры своего района			
С места жительства к центру города			
С места работы (учебы) к бытовым и торговым предприятиям			
С места работы (учебы) к учреждениям культуры			
С места работы (учебы) к центру города			

1.7. Как часто Вы совершаете передвижения к следующим объектам?
(отметьте знаком X)

Объект	Ежед-невно	3-4 раза в неделю	2-3- раза в неделю	1 раз в не-делю	2 раза в не-делю	1 раз в месяц
1	2	3	4	5	6	7
Место работы						
Институт, техникум, школа						
Вечерние институт, техникум, школа						
По делам						
Детсады, ясли						
Магазины продуктовые						
Магазины промтоварные						
Рынки						
Столовые, кафе, рестораны						
Поликлиники, больницы						
Аптеки						
Кино, клубы						
Театры, цирк Выставки, музеи						
Спортивные учреждения						
К знакомым, родственникам						
Прогулки						
В сад						
За город						

**Анкета №2 Опишите, пожалуйста, Ваши передвижения
за вчерашний день**

№ п/ п	Пункт отпра- вле- ния(на звани- е)	Пункт назначе- ния (наз- вание)	Время начала пере- движе- ния, ч, мин.	Вре- мя в пу- тич., мин.	Способ передвижения				
					толь- ко пеш- ком	на ГПТ	кол- во пере- реса са- док	на лич- ном авто- транс- по-рте	на про- чих видах тр-та (ука- жите каких)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									
2									
3									
...									
N									

Анкета №3 Какие требования к городскому пассажирскому транспорту, есть у Вас?

3.1.Какие затраты времени внутри подвижного состава Вы считаете допустимыми при поездках?

Цель передвижения	Затраты времени, мин
1	2
С места жительства к месту работы (учебы)	
С места работы (учебы) домой	
С места жительства к бытовым и торговым предприятиям своего района	
С места жительства к учреждениям культуры своего района	
С места жительства к центру города	
С места работы (учебы) к бытовым и торговым предприятиям	
С места работы (учебы) к учреждениям культуры	
С места работы (учебы) к центру города	

3.2. Какие затраты времени Вы считаете допустимыми при совершении следующих передвижений от двери до двери?

Цель передвижения	Затраты времени, мин		
	только пешком	с использованием ГПТ	с использованием транспорта
1	2	3	4
С места работы жительства к месту работы (учебы)			
С места работы (учебы) домой			
С места жительства к бытовым и торговым предприятиям своего района			
С места жительства к учреждениям культуры своего района			
С места жительства к центру города			
С места работы (учебы) к бытовым и торговым предприятиям			
С места работы (учебы) к учреждениям культуры			
С места работы (учебы) к центру города			

3.3. Укажите, пожалуйста, какие из семи указанных факторов при поездке на ГПТ играют для Вас наиболее существенную роль, присвоив им номера от 1 до 7 от наиболее важного к наименее важному:

Цель передвижения	Фактор						
	затраты времени на поездку	затраты времени на подход к остановке	беспечность	комфорт при поездке (наполнение подвижного состава)	стоимость поездки	регулярность движения	удобство подхода к остановке
1	2	3	4	5	6	7	8

Продолжение

С места жи-тельства к месту работы (учебы)							
С места рабо-ты (учебы) домой							
С места жи-тельства к бытовым и торговым предприятиям своего района							
С места жи-тельства к учреждениям культуры своего района							
С места жи-тельства к центру города							
С места рабо-ты (учебы) к бытовым и торговым предприятиям							
С места рабо-ты (учебы) к учреждениям культуры							
С места рабо-ты (учебы) к центру города							

3.4.Какие затраты времени Вы считаете приемлемыми при подходе к остановочному пункту ГПТ?

При подходе от:	Время подхода
места жительства	
места работы (учебы)	

3.5.В процессе поездки к месту работы что Вы предпочитаете? (отметьте знаком X).

Пребывание	Летом	Зимой
Хочу обязательно сидеть		
Предпочитаю сидеть		
Предпочитаю стоять		
Безразлично		

Анкета №4

4.1. Отметьте, пожалуйста, соответствующие клетки, при необходимости впишите данные.

Пол	Воз- раст	Социаль- ная группа	Семей- ное положе- ние	Кол-во членов семьи, проживающих по данно- му адресу:		
				всего	в т.ч.	
Муж	15 - 19	Рабочий	Женат (заму- жем)			
Жен.	20 - 24	Служащий	Холост (неза- мужем)			
	25 - 29	ИТР				
	30 - 39	Предприни- матель				
	40 - 49	Научный работник				
	50 - 59	Студент				
	60 - 69	Школьник				
	> 70	Пенсионер				
		Домохозяй- ка				
		Другие (указать)				

4.2.

Наличие в семье индивидуального транспорта			Наличие квартирного телефона	
автомобиль	мотоцикл, мотороллер	велосипед	Есть	Нет
Нет	Нет	Нет	Есть	Нет
1	1	1		
2	2	2		
3	3	3		

4.3. Ваша семья относится к тем семьям, которые:

Отлично обеспечены	Хорошо обеспечены	Среднеобеспечены	Малообеспечены	Едва сводят концы с концами

4.4. Хотите ли Вы сменить район места жительства?

Да	Нет	Не знаю
----	-----	---------

Научное издание

Ваксман Семен Аронович

***Социально-экономические проблемы
прогнозирования развития систем
массового пассажирского транспорта
в городах***

Редактор Р.Д.Мочалова

Поз.406 Подписано в печать 22.09.96.

Формат бумаги 60 х 84 1/16. Бумага для множительных
аппаратов.

Печать плоская. Уч.изд.л.16,8. Усл.печ.л.16, 85

Заказ1168 Тираж 200 экз.

ЛР № 020310 от 28.11.91.

Издательство Уральского государственного экономического
университета

Цех №4 АООТ «Полиграфист»
Екатеринбург,ул.Тургенева,20