

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**А. В. Вельможин, В. А. Гудков,  
А. В. Куликов, А. А. Сериков**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО  
ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

***Монография***

**Волгоград 2002**

Рецензенты:

*доктор технических наук, профессор Л. Б. Миروتин,  
кандидат технических наук Р. Г. Санагов.*

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Волгоградского государственного технического университета

**Вельможин А. В. и др.**

Эффективность городского пассажирского общественного транспорта:  
Монография / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, А. В. Куликов, А. А. Сериков; Волгоград.  
гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2002. 256 с.

ISBN 5-230-03881-3

Книга содержит систематизированное изложение современных подходов к организации, управлению и определению эффективности функционирования городского пассажирского общественного транспорта. В монографии описана теория и методика оценки эффективности работы городского пассажирского общественного транспорта, которая учитывает влияние на организацию пассажирских перевозок вида транспорта, типа подвижного состава, величину платы за проезд, скорости перевозок пассажиров, инерционность перевозочного процесса и др. Публикуемые сведения представляют не только практический, но и научный интерес.

Монография будет полезна специалистам в области организации автомобильных перевозок, аспирантам и студентам, обучающимся по специальности 24.01 – «Организация перевозок и управление на транспорте».

Ил. 68. Табл. 56. Библиогр.: 61 назв.

ISBN 5-230-03881-3

© Волгоградский государственный  
технический университет, 2002

© А. В. Вельможин, В. А. Гудков,  
А. В. Куликов, А. А. Сериков, 2002

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                                 | 5   |
| 1. СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО<br>ПАССАЖИРСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО<br>ТРАНСПОРТА .....                             | 8   |
| 2. ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПЕРЕВОЗКЕ<br>ПАССАЖИРОВ .....                                                       | 27  |
| 3. ПОДВИЖНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ .....                                                                                 | 45  |
| 3.1. Транспортная подвижность населения .....                                                                  | 50  |
| 3.2. Прогнозирование транспортной подвижности<br>населения .....                                               | 58  |
| 4. СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК<br>ПАССАЖИРОВ В ГОРОДЕ ВОЛЖСКОМ .....                                       | 77  |
| 4.1. Городские автобусные перевозки .....                                                                      | 104 |
| 4.2. Пригородные автобусные перевозки .....                                                                    | 115 |
| 4.3. Трамвайный транспорт .....                                                                                | 129 |
| 4.4. Перевозки пассажиров маршрутными<br>таксомоторами .....                                                   | 136 |
| 4.5. Легковые таксомоторные перевозки .....                                                                    | 161 |
| 4.6. Перспективный для города Волжского транспорт .....                                                        | 165 |
| 5. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ<br>СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО<br>ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ..... | 172 |

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6. УПРАВЛЕНИЕ ПАССАЖИРСКИМИ<br>АВТОМОБИЛЬНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ                                | 210 |
| 6.1. Особенности и принципы управления<br>автомобильными пассажирскими перевозками ..... | 210 |
| 6.2. Организационные структуры управления .....                                          | 220 |
| 6.3. Основы диспетчерского управления движением .....                                    | 229 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                         | 239 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....                                                           | 241 |

## ВВЕДЕНИЕ

Социально-экономические преобразования, произошедшие в нашей стране за последние 10-12 лет, нарушили работоспособную систему организации и управления транспортной сферы. Большинство объектов общественного транспорта в регионах России к настоящему времени приватизированы, появилось достаточно большое число индивидуальных перевозчиков и небольших частных предприятий, участвующих в освоении перевозок пассажиров. Демонопользация общественного транспорта привела к тому, что система его стала в меньшей степени управляемой и в большей степени затратной.

В настоящее время транспорт работает в условиях, когда наметилась тенденция стабилизации реального сектора экономики и доходов населения. Пассажирский транспорт является одной из ключевых отраслей народного хозяйства. При отсутствии у многих граждан личных транспортных средств проблема своевременного и качественного удовлетворения спроса на перевозки перерастает из чисто транспортной в социальную, определяющую отношение населения не только к качеству оказываемых транспортных услуг, но и в целом к тем процессам, которые происходят в регионах и стране.

В таких условиях необходимы совместные усилия специалистов отрасли, центральных и региональных органов управления, которые должны быть направлены на совершенствование функционирования транспортного комплекса. Иными словами, необходим системный подход к организации работы транспорта. С позиций системного подхода транспорт представляет собой сложную адаптивную экономическую систему, состоящую из взаимосвязанных в едином процессе транспортного обслуживания региональных материальных и людских потоков.

Система городского пассажирского общественного транспорта относится к открытым системам. По степени абстракции методы, применяемые при исследовании транспортных систем, располагаются в следующем порядке:

- наблюдение процессов и их словесное описание;
- натурное моделирование;
- машинное имитирование;
- аналитические модели.

Наблюдение процессов сводится к непосредственной регистрации транспортных явлений: замерам интенсивности пассажиропотоков, движения пассажирского транспорта, наполняемости подвижного состава и др.

Натурное моделирование представляет собой проверку действия анализируемой системы или ее частей в реальных или близких к ним условиях: влияние интервалов движения на наполняемость подвижного состава, эффективность работы различного вида подвижного состава на маршруте и др.

Машинное имитирование и аналитические модели представляют собой наиболее высокую степень формализации. Четкую грань между машинным имитированием и аналитическими моделями иногда бывает трудно провести. Они позволяют описывать систему городского общественного пассажирского транспорта взаимосвязанной совокупностью численных моделей, отображающих отдельные элементы, что дает возможность прогнозировать множество различных ситуаций и оценивать последствия предлагаемых решений (прогнозирование транспортной подвижности населения, определение количественных значений эффективности функционирования системы городского общественного пассажирского транспорта). Эти методы применяют для решения хорошо структурированных проблем.

В монографии описан логистический подход к перевозке пассажиров и приведены данные о работе городского пассажирского общественного транспорта: характеристика маршрутной сети (протяженность, плотность, количество маршрутов и др.); количество перевезенных пассажиров; удельный вес различных видов транспорта в перевозочной работе; суточная транспортная подвижность и ее распределение по времени; характеристика каждого вида транспорта; интервалы движения, эксплуатационная скорость; скорость сообщения; технико-эксплуатационные показатели работы подвижного состава.

Определены факторы, влияющие на транспортную подвижность населения города: расстояние передвижения, состав населения по специальным группам, доходы населения, тарифы на поездку, провозные возможности подвижного состава, плотность транспортной сети и другое, закономерность их влияния на число передвижений.

Разработана методика оценки эффективности работы городского пассажирского общественного транспорта и проведен анализ влияния факторов условий эксплуатации и организации работы подвижного состава на показатели его эффективности. Определены предложения по значительному повышению эффективности работы пассажирского общественного транспорта в г. Волжский. Описана концепция управленческой структуры на городском пассажирском общественном транспорте.

## **1. СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

До экономических реформ транспортный комплекс России насчитывал 2,2 млн. км автобусных маршрутов, 7,7 тыс. км трамвайных и троллейбусных линий. Внутригородские перевозки пассажиров осуществлялись в 1343 городах и рабочих поселках, причем в 1235 городах и рабочих поселках автобус являлся единственным видом транспорта. Автобусное сообщение осуществлялось на 38 тыс. маршрутах. В 566 городах пассажирские перевозки выполняли легковые таксомоторы. Около 85% населения пользовалось и пользуется общественным транспортом. Сеть автомобильных дорог России составляла 930 тыс. км, в том числе 557 тыс. км автомобильных дорог общего пользования.

Процесс денационализации (передачи и продажи в частную или акционерную собственность государственного имущества для становления рыночной экономики) начался в Российской Федерации с принятия Закона «О приватизации государственных и муниципальных предприятий в РСФСР» № 1531-1 от 3 июля 1991 г.

Для пассажирского транспорта начались годы борьбы за выживание коллективов и сохранение автотранспортных предприятий в надежде на ожидаемые перемены в экономической ситуации.

В 1992 г. правительство РФ прекратило централизованные капитальные вложения в покупку автобусов и поставки их по импорту. В результате в области обслуживания населения городов России пассажирскими перевозками создалась критическая ситуация. Три тысячи автобусных маршрутов было закрыто, треть

автобусов списана, 40% работающих автобусов прошли амортизационный пробег, и их дальнейшая эксплуатация стала нежелательной с точки зрения безопасности дорожного движения. Потребность в ежегодных поставках машин составляла 17-20 тыс. ед. Провозные возможности могли удовлетворить потребности населения в пассажирских автобусных перевозках только на 50% [№39, см. список литературы]. Для выхода из создавшегося положения была разработана Федеральная целевая программа «Развитие производства городских автобусов, троллейбусов и трамваев в Российской Федерации в 1993-2000 гг.» Она предусматривала довести производственные мощности по выпуску автобусов большой и особо большой вместимости до 21,5 тыс. ед. в год и средней вместимости – до 13,3 тыс. ед. Производственные мощности по выпуску троллейбусов – до 4 тыс. ед. и трамвайных вагонов – до 1,25 тыс. ед. В результате реализации этой программы в России были затрачены огромные капитальные вложения и созданы мощности по производству автобусов особо большой, большой, средней и малой вместимости. Автобусные заводы (ЛиАЗ, Голицынский, Курганский, Яхромский, Тосненский, Павловский и др.) созданные мощности использовали и используют только на 20-25%, а некоторые – вообще только на 5%. В результате деньги истрачены, мощности по производству автобусов созданы, а пассажиров возить оказалось не на чем. Насыщения рынка подвижным составом не произошло, потому что автобусы никто не мог купить – у заказчика отсутствуют деньги.

До экономических реформ была система распределения транспортной техники, запасных частей к ней, гаражного оборудования и т. д. Обеспечение автотранспортных предприятий проводилось в соответствии с фондами и лимитами, утвержденными Госпланом и Госснабом СССР. Все заявки обосновывались, суммировались, обсуждались на всесоюзном уровне, а потом составлялся баланс: что,

кому и сколько нужно, и сколько можно обеспечить. Утвержденные фонды и лимиты доводились до предприятий и организаций. Эта довольно стройная система обеспечения нормальной работы подвижного состава автотранспортных предприятий была разрушена. Новым принципом снабжения подвижным составом, запасными частями, гаражным оборудованием и другим стал девиз «будут деньги – будет товар».

Сложилась ситуация, когда в свободную продажу поступает большое количество подвижного состава, запасных частей и другой техники. Все это реализуется через множество посреднических организаций, всевозможных малых предприятий, ТОО, ООО и других, которые порой не имеют лицензий на изготовление и продажу запчастей. Зачастую трудно определить, где «порядочная» структура, а где орудуют авантюристы.

В августе 1995 г. Международный банк реконструкции и развития (МБРР) принял решение о предоставлении целевого займа на финансирование проекта «Городской общественный транспорт» в сумме 329 млн. дол. США. (Срок погашения займа 15 лет и предоставлен он под 7% годовых). Цель проекта «Городской общественный транспорт» – поддержание приемлемого уровня обеспечения пассажирскими перевозками населения в ряде городов, отобранных для участия в проекте. Эта цель должна быть достигнута за счет приобретения нового подвижного состава, ремонта существующего, повышения квалификации обслуживающего персонала, проведения кардинальных реформ в организации пассажирских перевозок, повышения рентабельности работы пассажирского транспорта и, как следствие, снижения потребности в дотациях из бюджетов разных уровней.

Задачи проекта: сохранение транспортного потенциала в 14 городах (Кострома, Череповец, Нижний Новгород, Новгород, Псков, Ростов-на-Дону, Самара, Саранск, Смоленск, Тверь,

Великие Луки, Вологда, Екатеринбург); остановка спада в работе городских транспортных служб, ремонт и обеспечение остро необходимыми запасными частями транспортных средств, укрепление общественного транспортного сектора в этих городах. Основные компоненты проекта: обновление парка подвижного состава (закупка более 2000 автобусов и 500 троллейбусов; восстановительный ремонт 995 автобусов, 327 троллейбусов и 380 трамваев); предоставление ремонтного и компьютерного оборудования и другой техники для технического обслуживания и ремонтно-восстановительных работ городского транспорта; техническое содействие в подготовке кадров.

В целях реализации проекта был проведен тендер среди автобусостроителей, в котором участвовали 25 мировых фирм-производителей автобусов, в том числе и российские заводы. Выиграли тендер: Голицынский автобусный завод (ГолАЗ) – 160 сочлененных автобусов на сумму 29 млн. дол., Курганский завод – 168 сочлененных автобусов на сумму 24 млн. дол., Мерседес-Тюрк – 774 автобуса на сумму 114 млн. дол. и др. В итоге отечественные автобусостроители получили заказ на сумму около 102 млн. дол., включая 25 млн. дол. за 232 троллейбуса (троллейбусный завод в г. Энгельсе). Российские производители, по условиям тендера, имели 15-процентную преференцию перед иностранными.

В результате реализации этой программы в ряде российских городов, в том числе в Самаре, Екатеринбурге, Омске, Ростове-на-Дону, была решена пассажирская транспортная проблема.

Наряду с новым подвижным составом было закуплено большое количество автобусов, отработавших в зарубежных странах по 9-11 лет. Другими словами, Россия по навязанной ей программе МБРР профинансировала развитие и обновление автобусного подвижного состава западноевропейских автобусостроительных фирм, вытесняя с рынка отечественного производителя.

В 1996 г. продолжался спад производства, ухудшение экономического состояния товаропроизводителей и потребителей продукции, снижение жизненного уровня населения и, как следствие, спад объема перевозок пассажиров на всех видах транспорта. Пассажирооборот автомобильного транспорта составил 180 млрд. пасс.-км (95,8% к уровню 1995 г.). Перевезено пассажиров 39,4 млрд. пасс. (рост объема - 0,2% к уровню 1995 г.). В 1996 г. введено в эксплуатацию 4600 новых автобусов. Построено 5460 км автомобильных дорог, из них 560 км федерального значения.

В интересах развития экономики страны, обеспечения структурной перестройки на транспорте и формирования транспортной системы 8 сентября 1997 г. правительством России одобрена Концепция Государственной транспортной политики Российской Федерации [13, 14].

В принятом документе отмечалось, что с начала осуществления программы экономических реформ на транспорте преобразовано в акционерные общества 3,9 тыс. или 70% государственных предприятий. Предприятиями негосударственных форм собственности в 1996 году выполнено на автомобильном транспорте 90% перевозок грузов и 15% перевозок пассажиров, на морском – соответственно 99% и 88%, внутреннем водном – 92% и 87%, воздушном – 61% и 59%. В сфере железнодорожного транспорта 98,8% предприятий находятся в государственной собственности.

Одними из основных недостатков автомобильного транспорта являются низкий технический уровень и неудовлетворительное состояние его производственной базы. Снижение объемов реконструкции и строительства инфраструктурных объектов, а также темпов пополнения и обновления парка подвижного состава привело к существенному ухудшению его технического состояния и работоспособности. К концу 1996 г. износ основных производственных фондов на автомобильном транспорте составил

53%. Значительная часть подвижного состава подошла к критическому уровню. Часть эксплуатируется за пределами нормативного срока службы, другая – приближается к этому сроку. Как следствие, существенно ухудшились показатели безопасности и экономической эффективности работы транспорта, растут ресурсоемкость перевозок и транспортные издержки народного хозяйства. Рост себестоимости перевозок, в свою очередь, обуславливает повышение транспортных тарифов. Из-за нехватки и неудовлетворительного состояния подвижного состава закрыты многие городские и междугородные автобусные маршруты, снизилась частота движения автобусов.

Рост транспортных тарифов привел к определенным ограничениям транспортно-экономических связей. Ослабление связей между регионами Федерации подрывает ее единство, снижает экономическую безопасность страны.

Подвижность населения во внегородском сообщении за 1991-1995 гг. уменьшилась почти на 30%, в основном за счет сокращения поездок для отдыха и туризма. На треть сократилось число населенных пунктов, где функционирует маршрутный транспорт. Для значительной части населения поездки на большие расстояния стали практически недоступными, что вызывает дополнительную социальную напряженность в обществе. Несмотря на многократные повышения тарифов на перевозки пассажиров, финансовое положение транспортных предприятий не нормализовалось. Перевозки пассажиров во внутреннем сообщении на всех видах транспорта убыточны. Одна из причин – отставание роста доходной ставки от роста цен на потребляемые транспортом топливо, электроэнергию, материалы и технические средства (это влияние сказывается независимо от того, в какой форме собственности находятся предприятия транспорта).

Из-за недостаточного финансирования разработанные в последние годы федеральные целевые программы развития транспорта практически не выполняются. Свертываются фундаментальные и прикладные научные исследования, конструкторские и проектные работы по проблемам развития, совершенствования и функционирования транспорта.

Стратегической целью государственной транспортной политики является формирование транспортной системы, гарантированно и эффективно удовлетворяющей потребность в перевозках пассажиров и грузов, социальные, оборонные, природоохранные и другие специальные требования, а также структурная перестройка на транспорте, направленная на усиление государственного регулирования естественных монополий, снижение транспортных издержек в цене продукции, определение экономически обоснованных тарифов, повышение конкуренции между транспортными предприятиями.

Одной из обязательных предпосылок эффективного функционирования транспортных систем является гармоничное сочетание всех видов современного транспорта. В принятой концепции задачи в области транспорта на ближайшую перспективу связаны с необходимостью преодоления отмеченных неблагоприятных явлений, вызванных социально-экономическими изменениями. Большое значение приобретают улучшение качественных показателей перевозок, снижение их ресурсоемкости, расширение спектра предоставляемых услуг, обеспечение безопасности перевозок и удовлетворение природоохранных и экологических требований.

Важнейшим направлением развития и реформирования транспортной системы является совершенствование ее управляющих структур, которое должно обеспечить повышение управляемости видов транспорта и транспортных предприятий, и осуществление государственного регулирования и контроля деятельности транспортных предприятий в производственной и социальной сферах. В рамках этого направления первоочередной

задачей является создание законодательно-правовой и нормативной базы, обеспечивающей согласование интересов транспортных предприятий с общественными интересами. На первый план выдвигаются вопросы создания и совершенствования территориальных управляющих органов и разграничения полномочий между ними и федеральными органами управления транспортом.

В области развития городского пассажирского транспорта задачи конкретизируются следующим образом:

- пополнение парка автобусов, позволяющее восстановить, а затем и расширить сокращающуюся в последние годы сеть регулярных автобусных маршрутов. Для гарантированного удовлетворения потребностей населения в трудовых и культурно-бытовых поездках приоритетными направлениями развития определено восстановление и развитие городских и пригородных маршрутов пассажирского транспорта;

- развитие улично-дорожной сети, состояние которой стало тормозом в эксплуатации наземных видов городского пассажирского транспорта;

- в городах с населением свыше 150 тыс. преимущественным должно быть развитие электрического экологически чистого вида транспорта;

- для удовлетворения острой потребности в троллейбусах, трамваях и автобусах целесообразно развитие отечественного производства этих видов транспортных средств;

- необходимо законодательное закрепление на федеральном уровне порядка обязательного заключения договоров на выполнение перевозок пассажиров между органами исполнительной власти и пассажирскими автотранспортными предприятиями на основе расчетных тарифов на транспортные услуги;

- расширить практику полного или частичного освобождения предприятий городского и пригородного пассажирского транспорта от уплаты местных налогов;

- сохранить транспортный налог в размерах, достаточных для обновления парка автобусов, троллейбусов, трамваев.

Несмотря на то, что достижение поставленных задач в области транспорта было предусмотрено проектом концепции среднесрочной программы Правительства Российской Федерации на 1997-2000 гг., большая их часть осталась невыполненной. На расширенном заседании Совета Департамента автомобильного транспорта Минтранса РФ (декабрь 1999 г.) отмечалось [18], что обеспеченность городов России пассажирским транспортом составляет около 60% от потребности. Пассажирооборот против 1990 г. снизился на 19%. Сократилась маршрутная сеть. Удельный вес пассажиров, перевозимых на льготных условиях, составил 64,7%. В 1998 г. было поставлено 7,3 тыс. ед. пассажирского подвижного состава, в том числе новых 4,8 тыс. ед. В 1999 г. более 10 тыс. ед., в том числе:

- особо большой вместимости – 77 ед.;

- большой вместимости – 703 ед.;

- средней вместимости – 122 ед.;

- малой вместимости – 9296 ед.

Большая часть этих автобусов приобреталась неотраслевыми предприятиями и физическими лицами. Из находящихся в эксплуатации 112 тыс. автобусов более 40% требуют списания.

Перевозка пассажиров выполнялась на 32 тыс. автобусных маршрутах (городских 9830, пригородных 15762, междугородных 6361) и осуществлялась 1825 предприятиями, из которых 769 – пассажирские и 1056 – смешанные. На маршрутных перевозках работали около 20 тыс. автобусов индивидуальных предпринимателей, малых и ведомственных предприятий.

За 1999 г. перевезено 23,7 млрд. пассажиров (101,1% к 1998 г.), выполнено 179,2 млрд. пасс.-км (102,9%). Автобусами специализированных автопредприятий перевезено 23 млрд. пасс. (99,6%) и выполнено 173,3 млрд. пасс.-км (101,0%). Привлеченными автобусами - 915,1 млн. пасс. и 7542,3 млн. пасс.-км. Маршрутными автобусами во всех видах сообщения выполнено 252,4 млн. рейсов, в том числе без нарушения расписаний 248,5 млн. (регулярность движения составила 91,5%).

Выступая на общем собрании Совета Департамента автомобильного транспорта, президент акционерной компании «Росавтотранс» В. Д. Медведев сказал [19]: «Мы за прошедшие 8-9 лет много упражнялись в создании и развитии систем управления автотранспортом на региональных уровнях. И, хотя Департаментом автомобильного транспорта проводилась работа по этому вопросу: давались рекомендации, проводились совещания и конференции, где обсуждались варианты такого управления - но автотранспортники регионов действовали по старой русской поговорке: «Кто во что горазд». При этом часто ссылались на то, что местные власти предлагают свой «эффективный вариант» и надо его реализовывать. Появились акционерные общества (АО), закрытые акционерные общества (ЗАО), товарищества с ограниченной ответственностью (ТОО), государственные унитарные предприятия (ГУП) и т. д.

Хотя ни одного государственного нормативного акта или указа президента о разрушении или ликвидации системы управления автотранспортом, установленной и работавшей в Министерстве автомобильного транспорта России, не было. Не было такой команды: «Разбегайтесь, ребята!» Однако «ребята» разбежались, а теперь кого-то ругают, и многие не знают, что делать дальше, как работать, как и кем руководить, как хотя бы координировать работу автотранспорта на уровне республики, края, области...»

В феврале 2001 г. на общем собрании Совета Департамента автомобильного транспорта, III съезда Российского автотранспортного союза и акционеров Российской акционерной автотранспортной компании «Росавтотранс», на котором обсуждались итоги работы за 2000 г., отмечалось, что за 2000 г. дополнительно открыты 80 регулярных междугородных маршрутов, объем перевозок пассажиров увеличился на 22%. На городские и пригородные маршруты привлечено более 20 тыс. автобусов субъектов малого предпринимательства.

Среди них [11]:

- ПАЗ – 25%;
- РАФ – 23%;
- ГАЗель – 21%;
- ЛАЗ – 10%;
- КАВЗ – 8%;
- Дау-Дайнас – 1%;
- Икарус – 1%;
- Мерседес – 1%;
- прочие – 9%.

Вместе с тем был отмечен опережающий рост цен промышленной продукции и особенно - на энергоносители. Цена на автомобильное топливо достигла более 30% общих затрат на перевозки. Не найдены эффективные механизмы обновления подвижного состава. Не урегулированы условия допуска и функционирования на маршрутной сети различных перевозчиков. Не решена проблема «льготников». Не упорядочена система ответственных договорно-финансовых отношений между органами местной власти (заказчиками) и субъектами рынка пассажирских услуг.

В новом веке острота проблем на городском пассажирском транспорте продолжает нарастать. В 2001 году автобусные перевозки выполнялись в 1313 городах и поселках городского типа

и более чем в 78 тысячах сельских населенных пунктов. Наземным электрическим транспортом (трамвай, троллейбус) перевозки выполнялись в 114 городах [44]. Городским пассажирским общественным транспортом в 2001 году было перевезено 40,2 млрд. чел. (или 90,6% к 1990 году), в том числе автобусным – 51,7%; трамваями и троллейбусами – 37,8%; метрополитеном – 10%. По сравнению с 2000 г. объемы автобусных перевозок снизились на 2,2% [2]. Рост числа транспортных единиц пока не оказывает значительного влияния на объемы перевозок городского общественного пассажирского транспорта.

На перевозках пассажиров эксплуатировалось около 109 тыс. автобусов, в том числе на маршрутах городского и пригородного сообщения – 82,2 тыс. ед., 12,0 тыс. трамваев, 12,2 тыс. троллейбусов, 5,8 тыс. метровагонов. Уровень обеспеченности городов подвижным составом составил около 60%. Число подвижного состава субъектов малого предпринимательства на маршрутных перевозках составляет 36% к общему маршрутному парку автобусов (около 30 тыс. ед.) Они выполнили около 7% общего объема перевозок. Это в основном автобусы малой вместимости. На заседании коллегии Министерства транспорта РФ (2001 г.) [28] отмечалось, что городской пассажирский транспорт не способен обеспечить требуемый устойчивый рост подвижности населения, в 2-3% ежегодно, сопоставимый с темпами роста экономики. Личные автомобили, работающие в режиме маршрутных такси, смягчив эту проблему, не могут обеспечить ее решение, так как уличная сеть городов достигла предела по своей пропускной возможности. Продолжаются сокращение и старение парка подвижного состава, снижение его провозной возможности, увеличение интервала движения.

Одновременно начавшийся экономический рост России требует увеличения транспортной подвижности населения городов, иначе

горожане ограничиваются в своей экономической и социальной активности.

Сложилась обстановка, когда городские власти и транспортники не реагируют на снижение качества обслуживания. Субъекты РФ и муниципальные образования не имеют собственных ресурсов для обеспечения необходимых темпов обновления парка. Возможности федерального и региональных бюджетов также ограничены. Не решены до конца проблемы компенсации расходов на перевозки более 60% льготных категорий населения, а также с перевозками на социально важных маршрутах с низкими пассажиропотоками. Предприятия городского пассажирского транспорта не имеют действенных стимулов для снижения собственных затрат, так как любая экономия ведет к снижению дотаций. Сложилась финансово-хозяйственная система, никого не удовлетворяющая. Те, кто платит, вынуждены за услуги низкого качества платить в 2-3 раза больше себестоимости перевозок, а предприятия городского транспорта убыточны и постепенно разрушаются. Частному предпринимателю не созданы минимальные условия для работы и инвестирования. Растет теневой бизнес.

Финансовые источники не прозрачны. Никто, как правило, не знает точно, сколько и какого качества предоставлено пассажирских услуг. Приходу частных предпринимателей на городские маршруты с автобусами большого класса мешают высокие инвестиционные риски, отсутствие стабильной и надежной правовой базы. (Например, закон о конкуренции запрещает введение конкурсной системы доступа операторов на городские маршруты, использование договорных отношений с городскими администрациями и т. п.) Практически утеряна связь с большинством государственных унитарных предприятий и их руководителями. Представляемые отдельными предприятиями данные не полны или не точны (рис. 1.1).

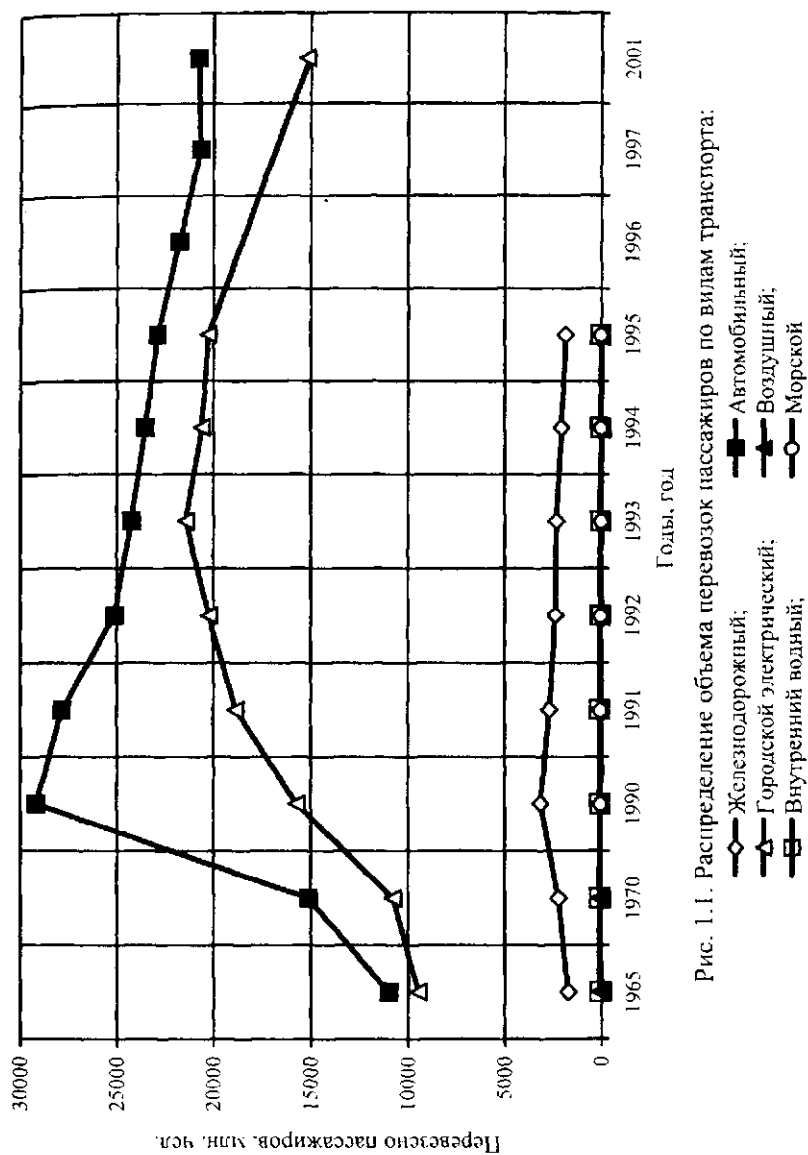


Рис. 1.1. Распределение объема перевозок пассажиров по видам транспорта:

- ◆ Железнодорожный;
- ▲ Воздушный;
- ⊠ Городской электрический;
- Внутренний водный;
- Автомобильный;

В результате десятилетних социально-экономических изменений уровень и качество транспортного обслуживания населения в большинстве городов оцениваются как критические. Увеличились интервалы движения транспортных средств. Пассажиры, даже в часы пик, вынуждены ждать подхода транспорта до 15 минут и более, что в 3-4 раза превышает ранее действовавшие нормы. Тарифная стоимость проезда увеличилась в 64 раза. В западных странах затраты на поездки в городском транспорте составляют 5-7% от среднедушевого дохода основной массы населения. В России эта доля составляет более 9%. Эксплуатационный парк подвижного состава наполовину амортизирован, годовое поступление нового подвижного состава сократилось с 19,0 до 5,0 тыс. ед., в результате происходит постоянное снижение его технической готовности.

До середины 90 годов обновление парка сдерживалось резким спадом производства подвижного состава. В последние годы основной причиной стала ограниченность финансовых ресурсов. «Транспортный рынок» оказался слишком доступным, на нем работает много случайных людей. В результате те, кто работает на перспективу, из-за демпинга не могут накопить деньги на покупку нового большого автобуса.

Основные причины этого:

- участие в перевозках пассажиров большого количества транспортных средств, принадлежащих различным владельцам, осуществляющих перевозки по лицензиям и без них. В 2000 году маршрутные городские и пригородные перевозки выполняли около 3,5 тыс. транспортных предприятий. Из них в муниципальной собственности находилось 16% предприятий, в собственности субъектов Федерации – 18%, в федеральной собственности – 9% и 57% - в частной. В автотранспортную отрасль пришли люди, не имеющие понятия, что такое транспорт;

- разрушение системы централизованного управления работой общественного пассажирского транспорта. Транспорт находится в состоянии хаоса, т. е. такой структурной организационной системы, при которой поведение любого элемента системы не зависит от поведения всех остальных ее элементов и каждого в отдельности;

- отсутствие системы учета и отчетности, что привело к недостоверным данным о доходах, расходах, себестоимости, объемах перевозок и других технико-эксплуатационных показателях транспортных предприятий и предпринимателей;

- постоянное повышение цен на подвижной состав, топливо, энергию, запасные части и другие эксплуатационные материалы;

- неуклонное увеличение числа категорий и количества физических лиц, имеющих право на бесплатный или льготный проезд. За последние 10 лет доля пассажиров, оплачивающих свой проезд, сократилось вдвое и составила 40%. Проезд льготных пассажиров из бюджета возмещается не полностью. Так, в 2000 г. минимально необходимая доля затрат автотранспортных предприятий на эти цели составила 29,7 млрд. руб., а из бюджета было выделено только 19,2 млрд. руб. и др.

В августе 2001 г. Правительство Российской Федерации одобрило федеральную целевую программу «Модернизация транспортной системы России» [30]. Программа должна дать ответы на конкретные вызовы современности: обновить основные фонды в соответствии с потребностями из-за физического и морального износа техники; скоординировать усилия при реализации некоторых проектов; наверстать все упущенное в сфере информатизации транспорта и применения других современных передовых транспортных технологий; преодолеть диспропорции между дорожной инфраструктурой и темпами автомобилизации; ужесточить требования к транспортной экологической безопасности и к безопасности движения. Ее финансирование

предполагается осуществить в объеме 4,5 трлн. руб. в ценах 2001 г. Более 22% из федерального бюджета, более 30% – из бюджетов субъектов федерации и более 47% - из внебюджетных источников (средств предприятий, грузовладельцев, клиентов транспортной системы и др.) Целью программы является повышение сбалансированности, эффективности и безопасности транспортной системы страны, последовательная интеграция транспорта России в европейскую и мировую транспортные системы с учетом национальных интересов страны. Федеральная целевая программа носит комплексный и межведомственный характер, рассчитана на 8 лет и состоит из 11 подпрограмм, которые затрагивают отдельные виды транспорта. Есть специальная подпрограмма под названием «Реформирование общественного пассажирского транспорта». Цель подпрограммы – улучшение качества транспортного обслуживания населения (повышение скорости и комфортности перевозок пассажиров), повышение уровня безопасности транспортной деятельности, снижение негативного влияния транспорта на окружающую среду.

Планируется, что пассажирская транспортная система будет более доступной и способствующей большей мобильности населения. Одной из задач этой подпрограммы является создание новейших образцов подвижного состава и оснащение ими общественного пассажирского транспорта, совместно с отечественными производителями и, в отдельных случаях, даже по заданию Минтранса. Намечается производство принципиально новых образцов городских автобусов и троллейбусов, низкопольных, большой и особо большой вместимости, выпуск новых энергосберегающих трамваев и троллейбусов.

На рис. 1.2 приведено распределение населенных пунктов России по числу жителей в них. Проблемы транспорта в большинстве городов очень похожи. Однако особый интерес представляет совершенствование организации работы городского

общественного пассажирского транспорта в городах с численностью населения от 250 до 500 тыс. чел. Это, в основном, областные центры (Архангельск, Белгород, Владимир, Калуга, Тамбов и др.) и крупные промышленные города (Братск, Волжский, Дзержинск, Таганрог, Череповец и др.). Их отличительной особенностью является организация маршрутных пассажирских перевозок двумя-тремя видами транспорта: автобус-трамвай; автобус-троллейбус; автобус-трамвай-троллейбус. В последние годы в этих городах очень широкое использование находят маршрутные таксомоторные перевозки.

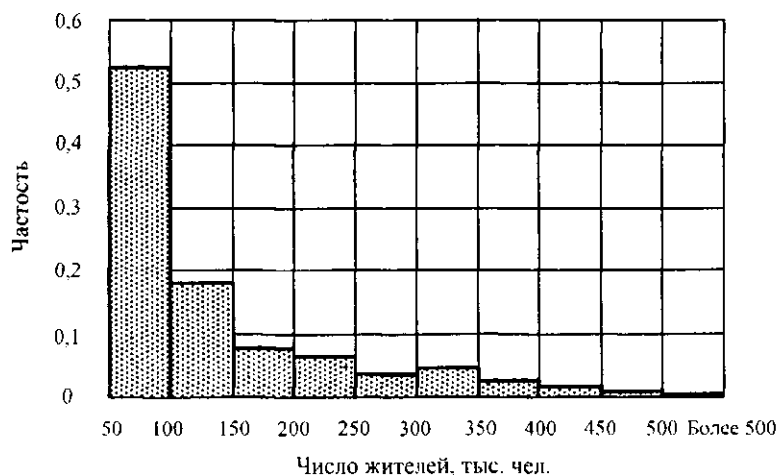


Рис. 1.2. Распределение населенных пунктов по числу жителей

С одной стороны, использование частных перевозчиков на маршрутных таксомоторных перевозках (которые работают с нарушением правил лицензирования, либо вообще без лицензий) смягчило остроту проблем транспортного обслуживания населения в этих городах. С другой стороны, их использование не оправдано на пассажирских маршрутах (их численность превысила допустимую с точки зрения пропускной возможности уличной сети

и обеспечения безопасности движения). У них выше энергетические затраты на перевозку пассажиров и др.

Проводимые экономические реформы привели к расслоению общества на богатых и бедных, появилась прослойка населения – безработные, увеличивается число пенсионеров. Пока еще нет границ между расселением различных групп населения. Бедные и богатые живут в одном микрорайоне и даже в одном доме. Однако без определения нормативной величины подвижности населения, в том числе транспортной подвижности, с учетом сложившихся экономических и социальных реалий, для различных слоев населения этих городов невозможно формировать рациональную маршрутную сеть. Необходимы серьезные исследования вопросов устойчивого развития городского пассажирского общественного транспорта.

Вопросы, связанные с совершенствованием организации работы городского пассажирского общественного транспорта, в монографии рассмотрены на примере г. Волжского.

## **2. ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПЕРЕВОЗКЕ ПАССАЖИРОВ**

В настоящее время в России пассажиры в пределах городов, пригородов и в междугородном сообщении перемещаются в своем подавляющем большинстве общественным транспортом. Автомобильный транспорт играет существенную роль, если не сказать главную, в удовлетворении спроса на перевозки пассажиров в городах, населенных пунктах и в пригородах. При отсутствии у большинства населения личных транспортных средств проблема своевременного и качественного удовлетворения спроса на такие перевозки перерастает из транспортной в социальную, определяющую в ряде случаев отношение населения не только к качеству услуг, оказываемых транспортниками, но и в целом к ситуации, складывающейся в обществе.

Очевидно, что в этих условиях необходимы совместные усилия специалистов-транспортников и региональных органов управления, которые должны быть направлены на создание таких моделей функционирования транспортного комплекса и его развития, в которых бы сочетались национальные интересы, интересы регионов, автотранспортных предприятий и населения.

Решение таких задач видится в разработке региональной программы по удовлетворению спроса на перевозки. Составлению программы должен предшествовать тщательный анализ сложившейся в регионе ситуации по обслуживанию населения городов пассажирскими перевозками. Выполнение такого анализа целесообразно проводить с использованием логистического подхода к исследованию материальных, сервисных и

информационных потоков, складывающихся в цепи: «поставщик-производитель-потребитель».

Применительно к пассажирским перевозкам предлагается в качестве «поставщика» перевозок использовать социальный заказ администрации города и области. Кроме того, в понятие «поставщик» закладывается материально-техническое обеспечение перевозок.

«Производителем» перевозок пассажиров являются пассажирские автотранспортные предприятия и организации, а «потребителем» – пассажиры.

Для проведения такого анализа необходимо иметь исчерпывающую, независимую, своевременную и объективную информацию о фактических пассажиропотоках, складывающихся на каждом из действующих маршрутов: о подвижном составе, его техническом состоянии, степени соответствия требованиям, предъявляемым к конкретным перевозкам; о мнениях пассажиров, пользующихся этими маршрутами; о степени удовлетворенности качеством перевозок на них; рациональности размещения остановочных пунктов и соответствии конфигурации трасс движения городского и пригородного транспорта реальным условиям перевозок, сложившихся в конкретном транспортном или территориальном районе; правомерности установления тарифов за перевозки и многое другое.

Получить подобного рода информацию можно при проведении различных (как по целям и задачам, так и по объемам и степени охвата изучаемых объектов и явлений) обследований на транспорте, обслуживающем пассажирские перевозки.

Опираясь на один из основополагающих концептуальных принципов логистики – системный подход, процесс перевозки пассажиров может быть представлен в виде системы, включающей ряд подсистем (подсистему перемещения пассажиров и продажи

билетов; подсистему формирования пассажиропотоков; подсистему посадки и высадки пассажиров; подсистему подачи транспортных средств и др.). Входом системы является потребность населения в перевозках и наличие определенного числа, типа и технического состояния подвижного состава. Выходом системы является своевременная и качественная перевозка пассажиров в пункты назначения. Обратная связь в рассматриваемой системе осуществляется поступлением с линии информации о движении подвижного состава, соблюдении расписания, интервалов движения и соответствии числа подвижного состава потребностям в перевозках. Нормальное функционирование системы может протекать только при ряде ограничений, основными из которых являются: соблюдение заданного скоростного режима движения транспортным средством, обеспечение комфортности поездок, соблюдение экологических требований, выполнение финансовых показателей работы транспортных предприятий и др. Целью изучаемой системы является своевременное и качественное удовлетворение спроса на пассажирские перевозки. В процессе функционирования системы возникают проблемы, т. е. ситуации, характеризующиеся различием между желаемым и существующим выходом. Существующий выход обеспечивается существующей системой организации перевозок. Желаемый выход обеспечивается соответственно и желаемой системой.

Для того чтобы составить математическое описание желаемой системы организации перевозок пассажиров, необходимо знать закономерности изменения этапов и элементов перевозочного процесса, который состоит из: подхода к остановке транспорта, ожидания транспорта, посадки в подвижной состав, перемещения в подвижном составе и движения пассажира после высадки к объекту тяготения:

$$t_{\text{пас}} = t_{\text{под}} + t_{\text{ож}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{от}}, \quad (2.1)$$

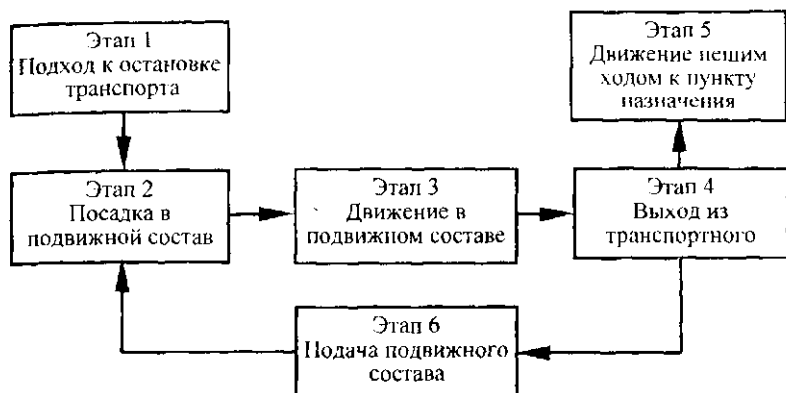
где  $t_{\text{пас}}$  – общие затраты времени пассажира на перемещение, ч.;  
 $t_{\text{под}}$  – время движения пешим ходом до ближайшей остановки общественного транспорта, ч.;  
 $t_{\text{ож}}$  – время ожидания транспортного средства, ч.;  
 $t_{\text{пер}}$  – время передвижения пассажира в транспортном средстве, ч.;  
 $t_{\text{от}}$  – время движения пешим ходом до объекта тяготения, ч.

Технологические схемы передвижения пассажиров имеют общую основу и представлены на рис. 2.1.

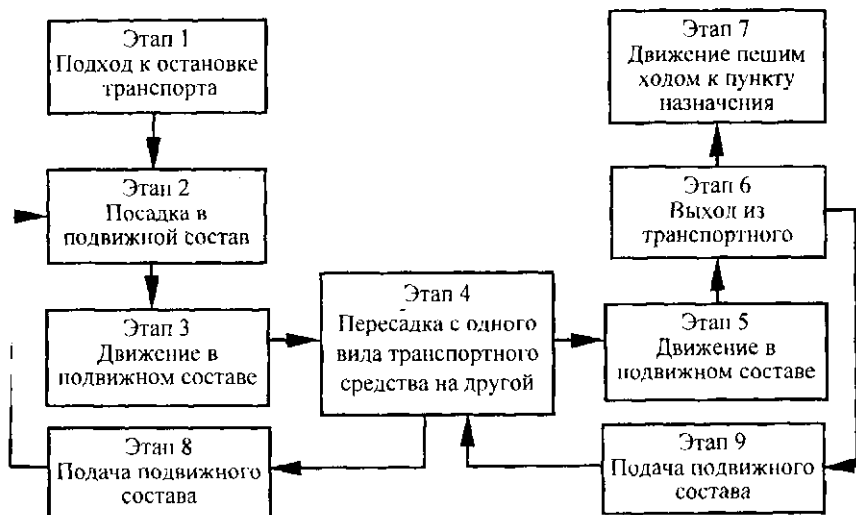
В свою очередь, составляющие элементы перевозки пассажиров характеризуются определенными присущими только им закономерностями. Пользователи транспортных услуг в настоящее время отдают предпочтение таким показателям, как соблюдение временных графиков перевозки пассажиров (расписания), ответственность за удовлетворение оговоренных потребностей, надежность перевозки. Выполнение этих требований связано с достаточно точной временной оценкой этапов перевозки пассажиров, т. е. со знанием закономерностей изменения всех элементов и установлением их конкретных величин. Выявление закономерностей этапов и элементов перевозки является основой в системном построении всех возможных видов организации перевозок пассажиров.

Простейшей организацией для перевозки пассажиров является перевозочный комплекс. Организационная структура перевозочного комплекса предполагает оптимизацию как состава элементов, так и структуры этапов и взаимосвязей между ними.

Операционную систему перевозки пассажиров можно укрупненно представить в виде схемы (рис. 2.2), где на входе имеем наличие определенного числа и вида подвижного состава, а также спрос на перевозку пассажиров (потребность населения в



a



б

Рис. 2.1. Технологические схемы передвижения пассажиров:

a – простые передвижения;

б – сложные передвижения

перемещении), а на выходе своевременная перевозка пассажиров в пункты назначения при соблюдении установленного качества. Процессы трансформации представляют собой процессы преобразования входа в выход, т. е. своевременной, с надлежащим качеством и малыми затратами перевозки пассажиров. Трансформация добавляет к затратам на входе определенную стоимость, соответствующую цене или себестоимости перевозки.

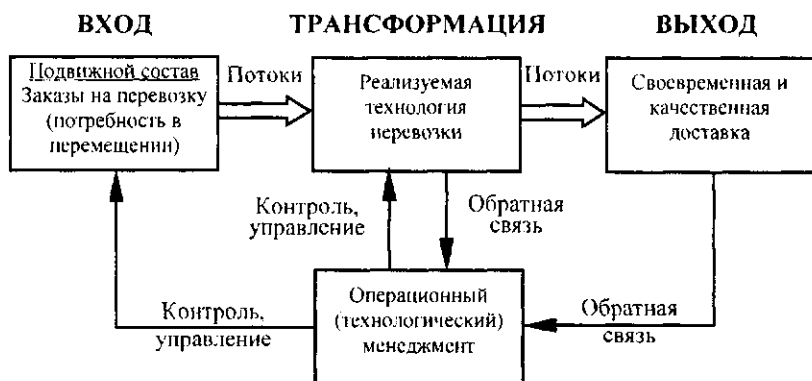


Рис. 2.2. Укрупненная операционная (технологическая) схема перевозки

Для обеспечения операционного контроля и управления процессами трансформации необходима достоверная информация с линии, получаемая по цепям обратной связи.

Главным объектом управления в этой схеме являются пассажирские и сопутствующие им потоки информации и денежных средств, обеспечивающие реализуемую технологию перевозки, а основой построения эффективной системы операционного менеджмента – производственное расписание,

сформированное, исходя из задач удовлетворения потребительского спроса на транспортные услуги.

Производственное расписание, составленное на основе объемно-календарного планирования, позволяет установить дифференцированные по каждому элементу перевозки объемные и временные характеристики пассажирских потоков. Классическим методом объемно-календарного планирования и составления производственного расписания является предложенная еще в 1912 г. Г. Ганттом ленточная диаграмма, в которой соотносятся время и виды выполняемых работ. Есть и более сложные методы планирования, когда предлагается последовательное или последовательно-параллельное выполнение определенных работ и их операций с целью сокращения длительности общего технологического цикла.

Целесообразно рассматривать перевозку пассажиров как процесс непрерывного обеспечения последующих подразделений при синхронизации работы всех этапов системы и согласование ее со спросом. Это требует очень жесткой дисциплины при организации перевозок, которая невозможна без четких характеристик составляющих ее элементов.

Необходимо отметить, что этапы и составляющие их элементы перевозочного процесса, равно как и характеристики спроса на перевозки, отличаются высокой степенью неопределенности, т. е. стохастичностью.

Для повышения эффективности и системной устойчивости услуг при перевозке пассажиров должна быть обеспечена максимальная координация и интеграция всех этапов перевозочного процесса, связанных с формированием и управлением основными и вспомогательными материальными, информационными и финансовыми потоками. Элементами перевозочного процесса, как отмечалось выше, являются: подход к

остановке, ожидание подвижного состава, передвижение в транспортном средстве и движение к объекту тяготения.

Подход к средствам транспорта необходим в следующих случаях: если начальное место поездки отдалено от места начала передвижения; место окончания поездки отдалено от места назначения; при смене подвижного состава место окончания перемещения предыдущим подвижным составом отдалено от места начала перемещения следующим подвижным составом. В этих случаях подход является дополнительным элементом перевозочного процесса. Однако движение пешим ходом может иметь характер замены поездки, если использование транспортных средств по каким-либо причинам затруднено и пассажир вынужден преодолевать расстояние, отделяющее место начала или конца поездки до ближайшего транспортного пункта, пешим ходом. Продолжительность времени или расстояние, до которого человек предпочитает движение пешим ходом поездке на транспорте, характеризуется как критическое. Зона пешеходной доступности остановочного пункта оценивается максимально допустимым временем подхода к остановочному пункту  $l_{\text{под}}^{\text{max}}$  или расстоянием  $l_{\text{под}}^{\text{max}}$ , проходимым пешеходом за это время (рис. 2.3). Средняя величина зоны пешеходной доступности маршрута транспорта ( $l_{\text{под}}^{\text{ср}}$ ) определяется плотностью транспортной сети  $\rho_{\text{тр}}$  и вычисляется по формуле:

$$l_{\text{под}}^{\text{ср}} = l_1 + l_2 = \frac{l}{3 \cdot \rho_{\text{тр}}} + \frac{l_{\text{п}}}{4}, \quad (2.2)$$

где  $l_{\text{п}}$  – длина перегона, км.

Время движения пассажира после высадки (расстояние до объекта тяготения) принимается в расчетах численно равным времени (расстоянию) подхода к средствам транспорта.

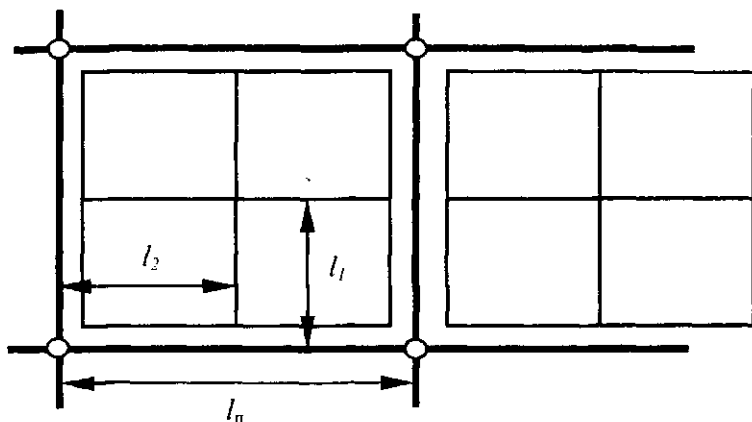


Рис. 2.3. Схема определения среднего расстояния до остановки общественного транспорта

Продолжительность этапа посадки в подвижной состав связана с ожиданием транспорта. Необходимость ожидания подвижного состава возникает из-за расхождения времени между моментом возникновения потребности перемещения и моментом возможности ее удовлетворения. Время ожидания пассажиром очередного автобуса на остановочном пункте является функцией интервала движения между автобусами –  $t_{\text{и}}$ . Когда пассажир подходит к остановке в момент прибытия автобуса, то время ожидания  $t_{\text{ож}} = 0$ . Когда пассажир подходит в момент отправления автобуса, то  $t_{\text{ож}} = t_{\text{и}}$ . Таким образом, среднее время ожидания пассажиром автобуса  $t_{\text{ож}}^{\text{ср}}$  составляет:

$$t_{\text{ож}}^{\text{ср}} = \frac{(t_{\text{max}} + t_{\text{min}})}{2} = 0,5 \cdot t_{\text{и}}. \quad (2.3)$$

Выражение (2.3) для определения среднего времени ожидания транспорта можно использовать только в том случае, когда регулярность движения приближается к 100%. В реальных условиях интервал движения автобусов на маршруте является вероятностной величиной, распределенной согласно закону нормального распределения. В этом случае фактический интервал между автобусами, а, следовательно, и время ожидания пассажиром автобуса определяется по формуле:

$$t_{\text{ож}} = \frac{t_{\text{и}} + 3 \cdot \sigma}{2} = 0,5 \cdot t_{\text{и}} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot \sigma}{t_{\text{и}}} \right), \quad (2.4)$$

где  $\sigma$  – величина среднего квадратического отклонения интервала движения от его математического ожидания.

Кроме  $\sigma$ , на время ожидания влияет фактическое наполнение автобуса. В переполненный автобус посадка пассажира может не состояться.

Этап перемещения пассажиров автобусами, в свою очередь, можно представить как систему, состоящую из двух подсистем: подсистемы движения автобусов на перегонах и подсистемы посадки-высадки пассажиров на остановочных пунктах (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Общая схема системы перевозки пассажиров:

AA – подсистема перемещения;

AB – подсистема посадки-высадки

На основе анализа многочисленных экспериментальных данных установлены закономерность распределения скоростей движения транспортных средств на перегонах маршрута и продолжительность посадки и высадки пассажиров на остановках. Распределение скоростей  $v_t$  подчиняется нормальному закону (рис. 2.5), плотность вероятности которого

$$f(v) = \frac{1}{\sigma(v) \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(v-M(v))^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.5)$$

где  $M(v)$  – математическое ожидание случайной величины;  
 $\sigma(v)$  – среднее квадратичное отклонение.

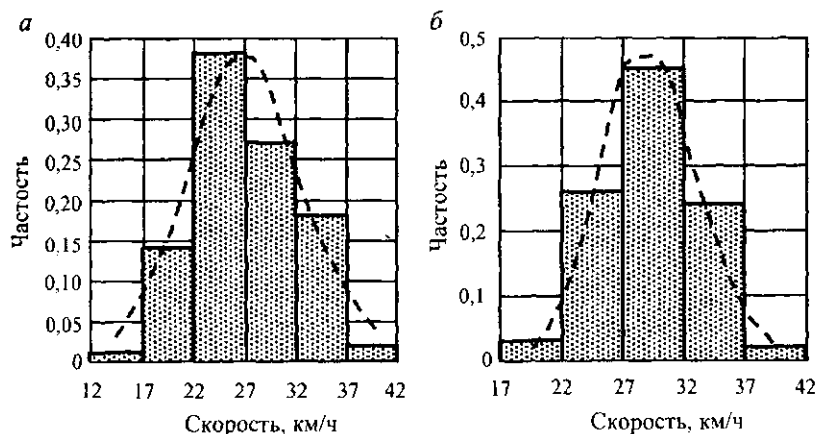


Рис. 2.5. Распределение скорости движения на маршруте:

а – автобуса «Икарус-260»;

б – автобуса ЛАЗ-695Е;

— экспериментальные данные;

----- – аналитические данные.

Распределение времени простоя на промежуточных остановках описывается распределением Эрланга:

$$f(t_{oc}) = \frac{\lambda(\lambda \cdot t_{oc})^k}{k!} \cdot e^{-\lambda \cdot t_{oc}}, \quad (2.6)$$

где  $\lambda = \frac{1}{M(t_{oc})}$  – величина, обратная статистическому математическому ожиданию времени простоя на промежуточной остановке.

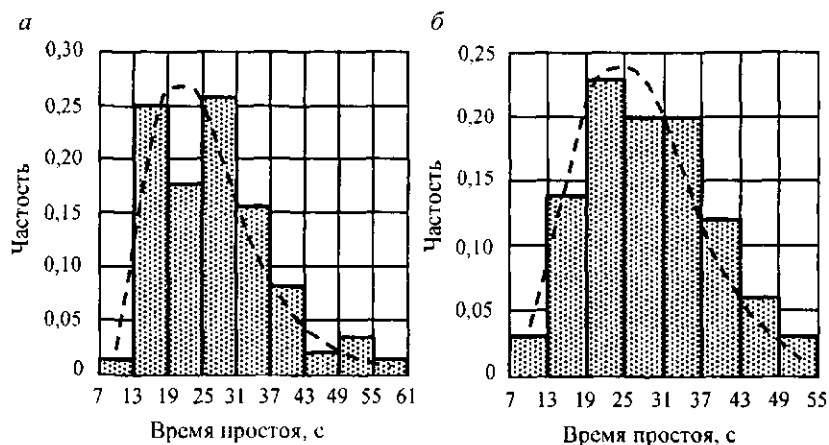


Рис. 2.6. Распределение времени простоя автобуса «Икарус-260» на промежуточных остановках:  
а – в период с 16 до 17 ч;  
б – в период с 17 до 18 ч;  
— экспериментальные данные;  
- - - - - аналитические данные.

Величины изменения скоростей и времени простоев для посадки-высадки пассажиров по времени суток, дням недели и так далее необходимы при нормировании скорости и времени движения по конкретным маршрутам.

Скорости движения автобусов не остаются постоянными и изменяются по часам периода движения (часам суток). Величина их во многом определяется общей интенсивностью транспортного

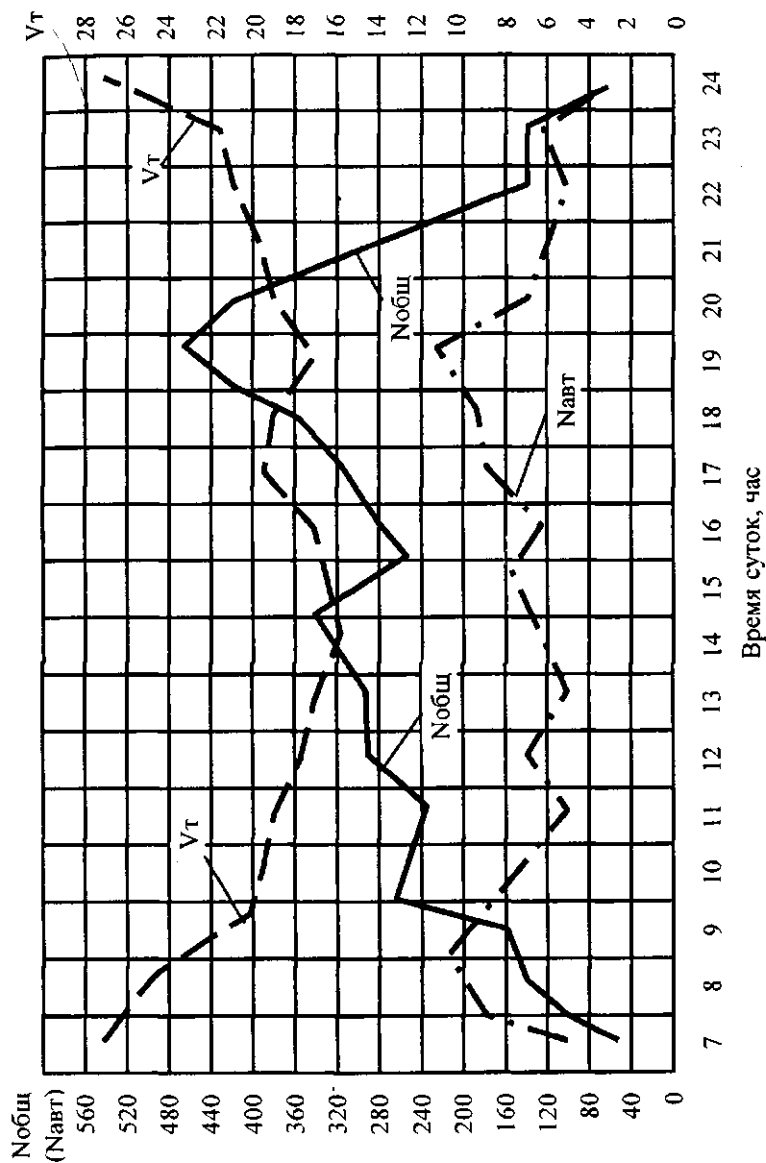


Рис. 2.7. Изменение скорости движения автобусов ( $V_t$ ) в зависимости от общей интенсивности движения ( $N_{общ}$ ) и числа автобусов на линии ( $N_{авт}$ )

потока  $N_{\text{общ}}$  (рис. 2.7), а также изменяется по перегонам маршрута (рис. 2.8). Согласно графику рис. 2.7, устанавливают и выбирают число и продолжительность характерных периодов изменения скорости по часам суток.

Продолжительность периода принимают обычно от 2 до 5 ч. и выявляют необходимое число рейсов для обследования. Техническая скорость по маршруту определяется как

$$v_T = \frac{v_{T1} \cdot l_{п1} + v_{T2} \cdot l_{п2} + \dots + v_{Tn} \cdot l_{пn}}{l_{п1} + l_{п2} + \dots + l_{пn}} = \frac{\sum_{i=1}^n v_{Ti} \cdot l_{пi}}{l_{пi}}, \quad (2.7)$$

где  $v_{T1}, v_{T2}$  – технические скорости по перегонам маршрута, км/ч;  
 $l_{п1}, l_{п2}$  – длины перегонов определенного маршрута, км.

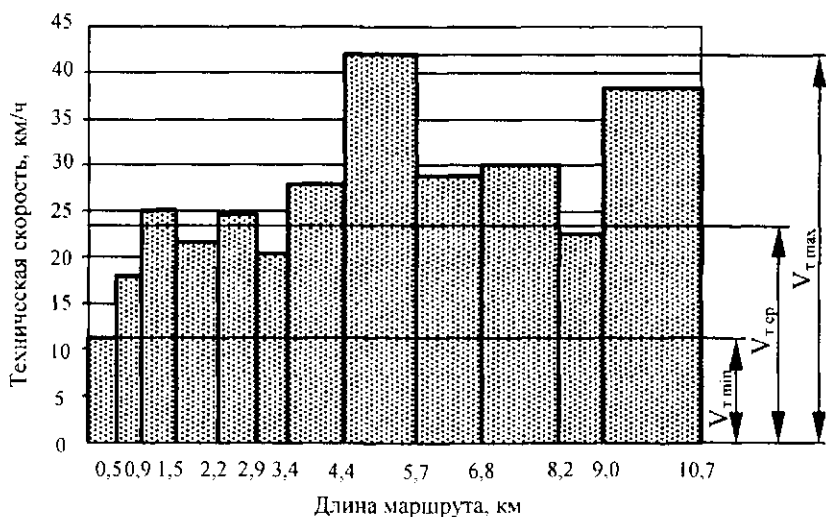


Рис. 2.8. Изменение технической скорости движения автобусов по длине маршрута.

Продолжительность отстоя автобусов на конечных пунктах устанавливается дифференцированно по часам периода движения (в часы пик время стоянки сокращается) и определяется в зависимости от протяженности маршрута, времени рейса и условий движения. Простои на промежуточных остановках  $t_{oc}$  зависят в основном от типа подвижного состава и пассажирообмена остановочного пункта. Для напряженных городских маршрутов распределение времени простоев в целом подчиняется, как было отмечено ранее, закону Эрланга, а численное значение, определяемое математическим ожиданием, разнится по маршрутам и маркам автобусов.

Время простоев на промежуточных остановках прямо пропорционально числу входящих и выходящих пассажиров  $Q$  (рис. 2.9), а по часам периода движения колеблется в зависимости от пассажиропотоков (рис. 2.10). Действительные значения как скоростей, так и времени простоев на остановочных пунктах, установленные в результате обследований, являются основой для составления расписаний движения.

С целью ускорения перевозки пассажиров на городских и пригородных маршрутах, кроме обычных, применяют скоростные и экспрессные режимы движения. При обычном режиме автобусам предписывается обязательная остановка на всех промежуточных пунктах маршрута. При скоростном режиме движения автобусы



Рис. 2.9. Изменение времени простоев на промежуточных остановках в зависимости от числа входящих и выходящих пассажиров.

останавливаются лишь на отдельных, как правило, узловых, заранее обусловленных и известных пассажирам остановочных пунктах. Экспрессный режим соответствует движению автобусов по маршруту без промежуточных остановок от начального до конечного пункта. Могут применяться и режимы движения автобусов по укороченному маршруту, когда часть (реже все) автобусов совершает движение по какому-то отрезку маршрута, соответствующему значительному и стабильному пассажиропотоку. В зависимости от распределения пассажиропотоков по времени скоростные, экспрессные и укороченные маршруты могут носить постоянный или временный характер.

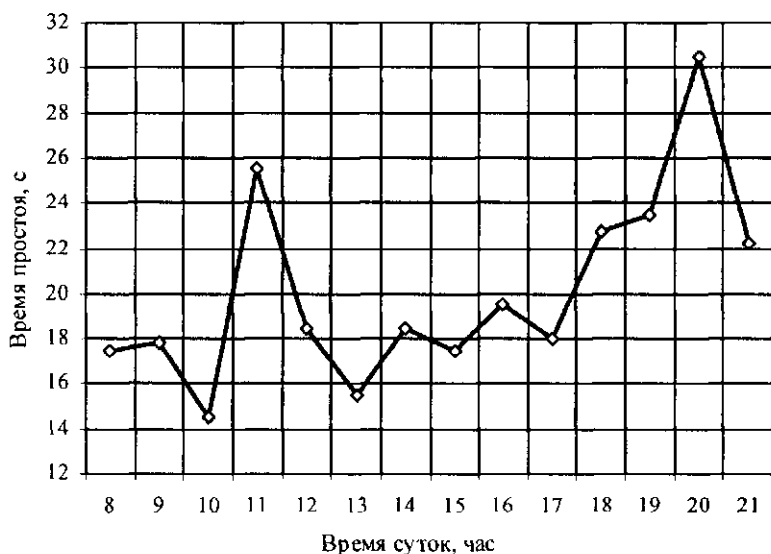


Рис. 2.10. Изменение времени простоев на промежуточных остановках по часам суток.

Зная закономерности изменения элементов каждой из подсистем, применив математический аппарат теории массового

обслуживания, можно составить модель желаемой системы организации перевозок пассажиров. С помощью такой модели можно оптимизировать течение процесса перевозок и прогнозировать тенденции его развития при меняющихся внешних условиях, что имеет весьма существенное значение при решении различных, в том числе и социальных, проблем транспортного обслуживания населения.

При разработке математического аппарата описания процесса перевозки пассажиров необходимым условием является учет дискретности транспортного обслуживания.

Проведя обследование работы автобусов на маршрутах, обработав полученные данные и сравнив их с желаемыми, можно проанализировать общее состояние перевозок пассажиров, выявить «узкие» места и свести к минимуму существующие недостатки, прогнозировать дальнейшее развитие перевозок, рационально организовать цепь: «поставщик-производитель-потребитель».

При взаимодействии пассажирских перевозок в узлах, в первую очередь, возникают задачи стыковки магистральных и городских перевозок, в большей степени железнодорожного транспорта с наземными видами городского транспорта. Особенностью большинства задач такого типа является векторный характер показателя эффективности  $i$ -го варианта взаимодействия  $E_i$ , который можно привести к скалярному, используя возможности экспертной оценки. Оптимальное решение достигается при выполнении условий:

$$E_i = a_1 x_{i1} \pm a_2 x_{i2} \pm \dots \pm a_p x_{ip} \rightarrow \min \quad (2.8)$$

и

$$\sum_{r=1}^p a_r = \frac{X_{ir}}{X_{0r}^6}, \quad (2.9)$$

где  $a_r$  – коэффициент, определяющий относительную важность  $r$ -го параметра по отношению к остальным;

$X_{ir}, X_{0r}^6$  – значение  $r$ -го параметра соответственно для  $i$ -го и базисного (исходного) вариантов взаимодействия двух видов транспорта и более.

Особое значение при выборе варианта взаимодействия различных видов транспорта имеет учет условий поездки пассажиров. Для этого используется такое понятие, как приведенная продолжительность поездки по дуге транспортного графа, т. е.

$$t_{ij} = t_{ij}^* \cdot \emptyset_s, \quad (2.10)$$

где  $\emptyset_s$  – коэффициент, учитывающий регулярность движения, удобство поездки, посадки и высадки пассажиров и другие факторы при пользовании  $s$ -м видом транспорта.

Значение коэффициента для различных видов транспорта следующее: скоростной трамвай – 1,06; трамвай – 1,14; метрополитен – 1,0; троллейбус – 1,17; автобус – 1,48.

### 3. ПОДВИЖНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

Крупные населенные пункты – города представляют собой сложный организм, требующий для нормального функционирования качественной транспортной инфраструктуры. Перемещения (корреспонденции) между людьми, между людьми и предприятиями, между самими предприятиями, несмотря на колоссальное развитие средств связи (телефон, радио, телевидение и др.), непрерывно растут.

В жизни человека важное значение имеют жилье, место работы, образование, культурно-бытовые и просветительные потребности, отдых. Реализовать все эти функции в одном месте в настоящее время не представляется возможным. Появляется потребность в передвижении.

Потребность населения в передвижениях зависит от многих факторов: от социальной структуры общества, развития техники информации и связи, материального уровня жизни населения, культурно-бытового и общественного уклада жизни.

В термин «подвижность населения» вкладывают часто разное содержание, что приводит к существенному изменению его количественного выражения.

В настоящее время в литературе [1, 6, 9, 22, 51, 52] различают понятия потенциальной, реализуемой, абсолютной, общей, пешеходной, транспортной подвижности на автомобильном транспорте, учетной транспортной подвижности и др. Наиболее часто используются следующие разновидности понятия подвижности населения.

Подвижность населения – число передвижений, совершаемых на транспорте и пешком на одного жителя в год.

Транспортная подвижность – число передвижений, совершаемых на транспорте на одного жителя в год (без пешеходных).

Подвижность на автомобильном транспорте – число передвижений, совершаемых на автомобильном транспорте на одного жителя в год.

Учетная транспортная подвижность – число перемещенных пассажиров на всех видах городского пассажирского общественного транспорта, приходящееся на одного жителя в год (с учетом приезжих и пригородных пассажиров, а также пересадок с одного маршрута или вида транспорта на другой).

Потенциальная подвижность – число передвижений, соответствующее запросу населения, определяемое его биологической и общественной потребностью, социально-экономическими характеристиками эпохи, производственной необходимостью, исторически сложившимся укладом жизни, развитием средств информации и связи, культурными потребностями.

Реализуемая подвижность – фактическое число передвижений в заданных условиях места и времени.

Абсолютная подвижность – фактическое реализуемое число передвижений определенной группы населения, которое устанавливается натурными обследованиями.

Общая подвижность – число передвижений в единицу времени (год, сутки, час) всеми группами населения, участвующего в передвижении, отнесенное к числу жителей, проживающих в административных границах города.

Представители разных социально-возрастных групп имеют различную подвижность, которая зависит от профессионально-деловой деятельности, внепроизводственного общения, размера

семьи, возраста, пола и т. д. Подвижность населения зависит и от сезона года, месяца, дня недели, времени суток и др.

Основным фактором, определяющим величину транспортной подвижности, является распределение населения по социальным категориям – рабочие, служащие, учащиеся вузов и техникумов, пенсионеры, школьники и др. В Советском Союзе проводились серьезные исследования по определению зависимости между численностью населения городов и категориями поездок различных групп населения, которые служили базой для прогнозирования количественных показателей общей и транспортной подвижности.

При принятии решений по организации городских перевозок пассажиров потребность населения в перевозках классифицируют. Например, в работе «Транспортная логистика» (М.: Издательство «Экзамен» 2002 г.) все передвижения жителей города делятся на две группы: добровольные и вынужденные. Добровольная подвижность характеризуется поездками, совершаемыми в свободное время, вынужденная – поездками, совершаемыми при выполнении социальных функций (например, поездки на работу, на учебу).

Согласно традиционным подходам к организации городских пассажирских перевозок общественным транспортом все передвижения жителей городов можно разделить на:

- 1) передвижения с трудовыми целями;
- 2) передвижения с учебными целями;
- 3) передвижения к зрелищным и культурно-просветительным учреждениям (театрам, концертным залам, кино, клубам, музеям, библиотекам и др.);
- 4) бытовые передвижения населения (к магазинам, рынкам, столовым, кафе, ателье, детским садам, яслям, поликлиникам, больницам, различным мастерским);
- 5) передвижения с целями активного отдыха.

Градообразующие и градообслуживающие категории населения имеют стабильную трудовую и культурно-бытовую подвижность в течение всего года за исключением очередных отпусков и дней освобождения от работы по нетрудоспособности. Подвижность студентов вузов и техникумов с учебными целями стабильна по своей величине, но характеризуется неравномерным распределением в течение года из-за отсутствия регулярных занятий в период зачетных и экзаменационных сессий и во время зимних и летних каникул. Студенты вузов и техникумов характеризуются наибольшей подвижностью среди структурных групп населения и специфическим распределением поездок по времени и в пространстве. Концентрированный поток студентов к своим учебным заведениям в утренние часы пик создает значительную дополнительную нагрузку на общественный пассажирский транспорт. Подвижность с культурно-бытовыми целями в этой группе населения наибольшая в силу энтузиазма, любознательности и познавательной активности этого возраста.

✓ Непостоянной по своей величине в течение года является транспортная подвижность несамодеятельного населения, в том числе пенсионеров, безработных и др.

Величину последних трех групп нетрудовых передвижений определяют путем натурных обследований. Предварительной оценкой объема этих передвижений могут служить фактические затраты общественного пассажирского транспорта в интервале между утренними и вечерними пиковыми трудовыми и учебными перевозками.

Из общей совокупности факторов, влияющих на транспортную подвижность населения, можно выделить четыре основные группы: социально-экономические, территориальные, организационные и природно-климатические.

К социально-экономическим факторам относятся: материальное благосостояние населения; размеры национального дохода, приходящегося на душу населения; общий культурный уровень населения; стоимость проезда; доступность сообщений; принадлежность жителей к той или другой социально-культурной группе и др. Рост жизненного уровня, изменение образа жизни повышает потребность в передвижении.

К организационным факторам относятся: разветвленность и плотность дорожной сети; удобство использования подвижного состава и поездки; качество обслуживания; регулярность движения; время работы; соблюдение графиков и расписаний движения; интервал движения; скорость перевозки пассажиров; затраты времени на передвижение.

К территориальным факторам относят: производственно-хозяйственное и историческое значение города (населенного пункта); количество жителей; площадь города; плотность застройки; планировочные особенности, размещение в них центров тяготения (от пространственно-временных характеристик зон тяготения и проживания).

При определении транспортной подвижности населения выявлено влияние на нее климатических условий. Наиболее высокая подвижность наблюдается в городах Центральной черноземной зоны (в зоне умеренного климата), а более низкая – в городах Сибири, Средней Азии, Нижнего Поволжья [59].

Передвижения населения городов и крупных населенных пунктов осуществляются частью пешком, а частью на транспорте. В соответствии с этим общую подвижность делят на пешеходную и транспортную, а транспортную – на подвижность на индивидуальном транспорте и на городском пассажирском общественном транспорте. В настоящее время учитывается только вторая составляющая группа передвижений. Первая группа – пешеходные передвижения рассматривается только при учете

затрат времени на подход к остановке и объекту тяготения при транспортных передвижениях. Количественно передвижения определяются показателем, который называют подвижность населения.

### **3.1. Транспортная подвижность населения**

Подвижность населения – явление сложное и далеко не однозначное.

Современные города (населенные пункты) представляют собой значительные территориальные образования, и для экономии времени и энергии часть передвижений населению приходится совершать на транспорте.

Концентрация большого числа жителей в городах приводит к необходимости развивать различные виды транспорта с непрерывным наращиванием их провозной возможности.

Перевозки пассажиров в городах выполняют общественный и личный (индивидуальный) транспорт. Дать определение общественному и индивидуальному (частному) транспорту довольно сложно. В Японии к частному транспорту относят не только личные автомобили, но и школьные автобусы, автомобильный транспорт организаций и такси [50].

В СССР половина автобусного парка принадлежала ведомствам, которые выполняли значительный объем пассажирских перевозок, но не относились к городскому пассажирскому транспорту общего пользования.

В некоторых странах все автомобильные средства делятся не на две, а на три группы:

- пассажирский городской общественный транспорт, а также транспорт предприятий, частично предоставляемый для общественного пользования;

- автобусы и легковые автомобили, используемые только школьниками, предприятиями и т. п.;

- индивидуальный транспорт семей [50].

Под личным (индивидуальным) транспортом следует понимать автомобильный транспорт, находящийся в частной собственности населения и не используемый по найму.

Некоммерческий пассажирский транспорт – это транспорт, выполняющий перевозки собственных работников юридического лица или предпринимателя для обеспечения технологических процессов производства.

Общественный пассажирский транспорт – это транспорт, который находится в собственности государственных (муниципальных) предприятий, различных акционерных компаний и в частной собственности, на который получена лицензия на право заниматься перевозкой пассажиров.

Одна из проблем в организации транспортного обслуживания населения крупных городов – определение роли легкового автомобиля индивидуального пользования в распределении перевозочной работы между индивидуальным и общественным транспортом.

Индивидуальный автомобиль обладает рядом преимуществ по сравнению с общественным транспортом.

Основными преимуществами использования легковых автомобилей для поездок в городах являются большая, по сравнению с общественным транспортом, скорость передвижения, комфорт и поездка на нем «от двери к двери».

В США 94,3% всех поездок осуществляется на личном автотранспорте и только 5,7% – на общественном [53]. В

Великобритании 87,2% – на личном и 12,8% – на общественном, во Франции – 94% и 6%, в Италии – 87% и 13% [50].

В Японии пользуются легковыми автомобилями в тех случаях, когда требуется осуществить перевозку либо «от двери к двери», либо необходимо сэкономить время. Например, коммивояжеры не пользуются общественным транспортом.

В СССР частный автомобиль в большей степени использовался для прогулок, чем для поездки на работу.

В табл. 3.1. приведены данные о численности легковых автомобилей, приходящихся на 1000 жителей в некоторых странах мира на окончание XX века.

*Таблица 3.1*

**Число автомобилей на 1000 жителей в различных странах мира**

| Страна   | Число автомобилей<br>на 1000 жителей, шт. |
|----------|-------------------------------------------|
| США      | 750                                       |
| Франция  | 550                                       |
| Англия   | 500                                       |
| Германия | 490                                       |
| Япония   | 380                                       |
| Россия   | 120                                       |
| Китай    | 8                                         |
| Индия    | 5                                         |

Увеличение частного автотранспорта объясняется ростом национального дохода, доходов населения и более высоким качеством обслуживания подвижного состава. Темпы роста частного транспорта повышаются, а общественного – замедляются. Между уровнями развития этих двух секторов транспорта увеличивается разрыв. Это приводит к неэффективному использованию энергии; образованию заторов на дорогах, а следовательно, к увеличению времени поездки; росту аварийности; росту загрязнения окружающей среды; возникновению финансового дефицита у местных органов, связанного с развитием

общественного транспорта, что приводит либо к сокращению количества услуг, либо к снижению субсидий; росту нагрузки, а следовательно, увеличению расходов на строительство и содержание дорог.

В организации удовлетворения потребности населения в пассажирских перевозках курс на развитие индивидуального транспорта вступает в явное противоречие с земельным балансом, скоростью движения и планировочной структурой городов.

Средняя площадь улицы, занимаемая одним пассажиром при движении подвижного состава со скоростью 80 км/час и ширине полосы движения 3,5 м, ориентировочно составляет: в троллейбусе 2,8 м<sup>2</sup>, трамвае - 3,0 м<sup>2</sup>, автобусе средней вместимости - 3,6 м<sup>2</sup>, в легковом автомобиле – до 4,0 м<sup>2</sup>.

Пропускная возможность улиц увеличивается при использовании подвижного состава большой вместимости и сокращается в 10 раз при использовании легковых автомобилей.

В странах Европы рост парка личного транспорта чрезвычайно осложнил задачу развития общественного транспорта даже тогда, когда правительство искренне желало расширить сферу его деятельности.

Эксплуатация личного транспорта затрудняет использование автобусного парка. К тому же общественный транспорт теряет своих пассажиров.

Увеличение тарифов на проезд создает дополнительный стимул для приобретения личных автомобилей, если же тарифы снижаются, то снова появляется дополнительный стимул в виде освобождающейся суммы денег для приобретения автомобилей.

Массовая автомобилизация приводит к значительному росту уровня подвижности, в том числе транспортной, одних групп населения и ухудшения положения в других социальных или возрастных группах. К первой группе населения, которая

отказывается от услуг общественного транспорта в пользу личного, можно отнести активное взрослое население из зажиточных лиц.

В настоящее время широкое использование легковых автомобилей стало причинять ущерб экономике, окружающей среде и эстетике городов. Идея ограничения использования легковых автомобилей путем усовершенствования работы массового маршрутного пассажирского транспорта оказалась недостаточной мерой - там, где пользование легковым автомобилем стало привычным средством передвижения. Эксперимент, проведенный в Риме, заключающийся в отмене платы за проезд в общественном транспорте, не привел к перераспределению перевозок между общественным и личным транспортом [50]. Потребовались ограничительные меры, которые вводятся с целью:

- уменьшения заторов на дорогах, которые снижают эффективность городской транспортной системы. Пока не разработаны механизмы, посредством которых владелец автомобиля оплачивал бы стоимость заторов, которые они вызывают. Неизвестны механизмы возникновения заторов, не ясно влияние каждой отдельной поездки на затор. Есть данные, показывающие, что массовые заторы возникают тогда, когда скорости падают ниже 10 миль/ч [53];

- экономии энергетических ресурсов. Увеличение городских поездок на общественном транспорте может сократить потребление энергии до 20%;

- защиты окружающей среды от загрязнения. Автомобиль – главный источник загрязнения воздуха в городе. Повышение стоимости парковки позволит сократить объем выбросов более чем на 10% [53], хотя и не уменьшит вредного влияния от износа шин.

Виды применяемых ограничений по использованию легковых автомобилей весьма разнообразны. Самый прямой вид ограничения – это внедрение запретных зон, куда не разрешается въезд автомобилям (знаками, запрещающими въезд некоторым видам автомобилей, установкой барьеров, прямым исключением дорог с

целью создания безавтомобильной среды и др.). Создание безавтомобильной зоны может быть связано с перекрытием одной или нескольких улиц для транзитного движения при разрешении местного.

Метод лицензирования ограничивает доступ некоторых автомобилей по времени или в пространстве. Контролирование движения ограничивает въезд автомобилей на загруженные дороги путем перевода потока автомобилей на менее загруженные участки дороги. Приоритетное использование некоторых дорог (например, только для автобусов или для легковых автомобилей с большим числом пассажиров).

Установление одного дня в неделю, в который поездки на частных автомобилях запрещены и др.

На рис. 3.1 приведены данные об изменении численности парка легковых автомобилей (включая служебные автомобили и легковые такси) в г. Волжском.

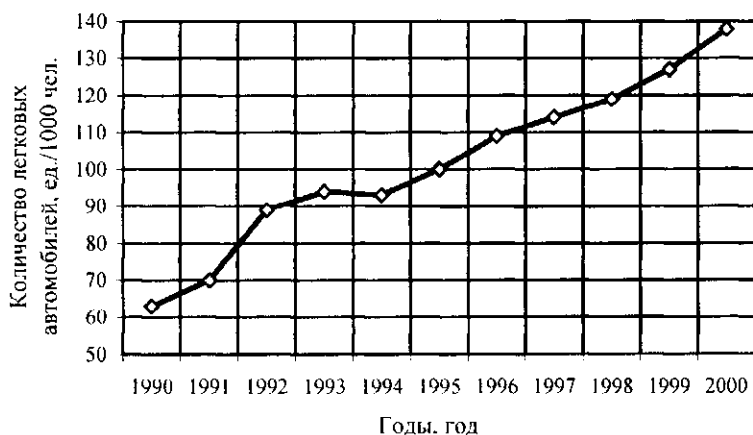


Рис. 3.1. Изменение парка легковых автомобилей на 1000 жителей г. Волжского

Действующими нормами СНиП (Гл. II-60-75) предусмотрена норма автомобилизации на перспективу - 150-180 автомобилей на 1000 жителей, при высоком уровне развития общественного транспорта.

Следует отметить, что такие преимущества легковых автомобилей для городских поездок как большая скорость передвижения и комфорт поездки, начинают утрачивать свое значение.

Чтобы поставить автомобиль на стоянку и взять его оттуда, необходимо затратить больше времени, чем на подход к остановке общественного транспорта и времени отхода от остановки.

С широким развитием маршрутных таксомоторных перевозок теряются и преимущества комфорта поездки.

Необходимым условием повышения комфорта поездки в городском маршрутном пассажирском транспорте является снижение наполняемости подвижного состава до нормы – три стоящих пассажира на 1 м<sup>2</sup> площади пола в часы пик. Такая норма обеспечивает возможность поездки на местах для сидения пассажиров, совершающих дальние поездки, а не в часы пик – для всех пассажиров.

Оптимальное соотношение между индивидуальным и общественным транспортом считается достигнутым тогда, когда при минимуме общественных затрат можно удовлетворить транспортные потребности на общепризнанном количественном уровне. Под «общественными затратами» следует понимать не только единовременные капитальные затраты, но и текущие расходы.

Термин «оптимум» требует строгого количественного определения соотношения уровней развития. Надо рассматривать последствия различных соотношений между индивидуальным и общественным транспортом с точки зрения воздействия на национальную экономику, экономическую эффективность, проблему энергетики, пропускную возможность дорог и т. д.

Следует отметить, что в мире наблюдается активный поворот к общественному пассажирскому транспорту. Это связано, прежде всего, с экологическими проблемами больших городов, особенно в их центральной части, где обычно рождаются, перераспределяются и гасятся пассажиропотоки.

В России не уделялось и не уделяется внимание таким критериям как загрязнение окружающей среды, стоимость урона окружающей среде, городское пространство, занимаемое транспортными средствами при движении и стоянке, уменьшение шума и вибрации, низкие расходы на содержание подвижного состава (ТО и ТР) и др. Транспорт по своему значению существенно выше таких отраслей экономики, как сельское хозяйство, энергетика и других, так как функционирование и воспроизводство всех элементов жизнедеятельности общества напрямую связано с возможностью перемещения людей и товаров.

Не менее важной проблемой, чем разделение перевозок между индивидуальным и общественным транспортом, является разделение перевозок между видами городского пассажирского общественного транспорта (трамваем, троллейбусом, автобусами и такси). Каждый вид городского общественного пассажирского транспорта имеет свои преимущества и недостатки и должен обеспечивать наиболее эффективное и качественное обслуживание. Оптимальное распределение перевозок должно исходить из интересов общества. Определение оптимального соотношения между видами городского пассажирского общественного транспорта в настоящее время невозможно, поскольку этот оптимум должен определяться исходя из объема предоставляемых услуг и капиталовложений, а методы точного количественного измерения и оценки экономических преимуществ и затрат на капитальные вложения в транспорт пока еще не разработаны.

Согласно литературным источникам [50], транспортная подвижность одного жителя составляла в СССР около 6000 пасс.-км, в странах Западной Европы и Японии – 5000-6000, в США – 10000 пасс.-км.

### **3.2. Прогнозирование транспортной подвижности населения**

Как отмечалось выше, подвижность населения – это социальное, демографическое, экономическое явление, зависящее от материального уровня населения, баланса времени, традиций, уровня развития транспорта и иных видов обслуживания, постановки рекламы и т. д.

Транспортная подвижность населения – основная исходная величина при планировании провозной возможности транспортной системы. Правильность ее определения предполагает точность всего расчета, включая проектирование транспортной сети, обоснование маршрутной системы, выбор видов транспорта и т. д.

Ее определяют на основании расчетов, обработки отчетно-статистических данных и натурных обследований с учетом перспективного изменения социально-экономических, организационных и территориальных факторов. Хотя совершенно одинаковых городов (населенных пунктов) нет, полученные данные сравнивают с подвижностью населения городов, сходных по численности населения, уровню транспортного обслуживания, социальному составу населения и другим параметрам.

Социальный фактор отражает требования общества к организации перевозок в вопросах надежности работы подвижного состава, удобства пользования, комфорта, психологического и физического воздействия транспорта на человека и окружающую

среду, а также предоставления нормальных условий жителям, проживающим в зоне действия различных видов транспорта.

До экономических реформ одним из главных показателей, влияющих на оценку предоставляемого пассажирам комфорта (качества обслуживания), считались затраты времени. Затраты времени рассматривались как социальная и экономическая категории (чем больше свободного времени, тем выше уровень умственного, духовного и физического развития населения).

В связи с ускоренным ростом городов и запаздыванием развития их транспортных систем в течение последнего столетия постепенно растет среднее время на одно передвижение (конец XIX в. – 25-30 мин., начало XX в. – 35-40 мин.) [22]. Обследования подвижности городского населения, проведенные в СССР, показывают, что общая подвижность населения для городов одной величины достаточно устойчива, а затраты времени на трудовые передвижения составляют [53]: для городов с численностью населения

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| более 0,5 млн. чел.       | – 38 мин.; |
| от 0,25 до 0,50 млн. чел. | – 36 мин.; |
| от 0,10 до 0,25 млн. чел. | – 35 мин.; |
| от 0,05 до 0,1 млн. чел.  | – 25 мин.  |

Зависимость подвижности населения от факторов, на нее влияющих, пока еще исследовано недостаточно полно.

По данным [40] зависимость суточной подвижности населения от средневзвешенных затрат времени на передвижение имеет гиперболический характер

$$P_c = \frac{a}{t_{св}} - b, \quad (3.1)$$

где  $P_c$  – суточная подвижность населения;

$a$  и  $b$  – эмпирические коэффициенты;

$t_{\text{св}}$  – средневзвешенные затраты времени на одно передвижение;

$$t_{\text{св}} = \frac{\sum A_{ij} t_{ij}}{\sum A_{ij}}, \quad (3.2)$$

где  $A_{ij}$  – количество передвижений между центрами  $i$  и  $j$ ;

$t_{ij}$  – затраты времени на одно передвижение между  $i$  и  $j$  пунктами.

По данным других авторов [46], среднесуточная подвижность хорошо описывается показательной функцией:

$$P_c = P_{\min} + a \cdot e^{-b \cdot t_{\text{рв}}}, \quad (3.3)$$

где  $P_c$  – суточная подвижность населения;

$P_{\min} \pm P_{\max}$  – пределы колебаний суточной подвижности;

$a$  и  $b$  – эмпирические коэффициенты;

$t_{\text{рв}}$  – равновероятная временная удаленность объектов тяготения от мест жительства;

$$t_{\text{рв}} = \frac{\sum A_i t_{ij}}{\sum A_i}, \quad (3.4)$$

где  $A_i$  – селитебная емкость мест жительства;

$t_{ij}$  – затраты времени на одно передвижение между  $i$  и  $j$  пунктами.

Данные литературных источников [53] показывают, что для городов с населением более 250 тыс. жителей подвижность населения в России до экономических преобразований характеризовалась следующими данными, табл. 3.2.

Таблица 3.2

**Изменение подвижности населения в зависимости  
от величины города**

| Показатели                                                               | Население города, тыс. чел. |           |            |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|------------|
|                                                                          | 250-500                     | 500-1000  | Более 1000 |
| Подвижность населения<br>(число передвижений на одного<br>жителя в год)  | 600-900                     | 700-1000  | 1100-1300  |
| Удельный вес передвижений<br>по целям, (%):                              |                             |           |            |
| трудовые                                                                 | 18-20                       | 18-20     | 18-22      |
| культурно-бытовые                                                        | 34-37                       | 35-38     | 37-41      |
| возвратные домой                                                         | 45-46                       | 44-45     | 43-44      |
| Средний коэффициент<br>пользования транспортом по<br>целям передвижений: | 0,34-0,48                   | 0,43-0,54 | 0,47-0,54  |
| трудовые                                                                 | 0,43-0,55                   | 0,55-0,64 | 0,67-0,74  |
| культурно-бытовые                                                        | 0,34-0,4                    | 0,35-0,39 | 0,42-0,5   |
| возвратные домой                                                         | 0,35-0,45                   | 0,34-0,5  | 0,47-0,49  |

Перемножение подвижности населения на коэффициент пользования транспортом дает значение транспортной подвижности (число поездок, приходящихся на одного жителя в год). Статистические данные дают иной показатель – годовую учетную транспортную подвижность, получаемую делением годового числа перевезенных пассажиров городским пассажирским общественным транспортом на число жителей города, где включены и пересадки. Коэффициент пересадочности на городском пассажирском общественном транспорте (ГПОТ) составляет 1,15-1,35.

Знание подвижности населения необходимо не только при проектировании транспортной сети, но и при организации перевозок пассажиров. Незнание объемов перевозок приводит к нерациональному распределению перевозок между видами транспорта, неверному определению потребности подвижного состава, ухудшению качества обслуживания, усилению

дискомфортности поездок, к повышению «транспортной усталости» и др.

В изменившихся экономических условиях к основному фактору, влияющему на транспортную подвижность населения, добавился ряд других: состав населения по социальным группам, доходы населения, тарифы на поездку, плотность транспортной сети, провозные возможности подвижного состава и др.

Прогнозы не являются официальной точкой зрения. Однако прогнозы, разработанные на базе обширных исследований, позволяют осуществлять правильную транспортную политику.

Общество исходит из принципа оптимального и эффективного удовлетворения потребности в перемещении. Речь идет об оптимальной для народного хозяйства постановке задачи рационального и эффективного распределения перевозок между отдельными видами транспорта, между общественным (маршрутным) и индивидуальным транспортом.

В настоящее время разработано много методов получения прогнозов, которые можно объединить в два направления: экономико-математическое моделирование прогнозируемого процесса и путем изолированного анализа временного ряда показателя.

При прогнозировании транспортной подвижности населения в г. Волжском использовались и многофакторные модели, и модели прогнозирования изолированных временных рядов.

Модель включает прогнозируемый результирующий показатель, и набор факторов, не зависящих друг от друга, но влияющих на результирующий показатель. Эти показатели включаются в модель в виде совокупности динамических рядов, состоящих из численных значений выбранных показателей, изменяющихся во времени.

При плановой экономике в основе прогнозов лежали планомерные процессы, а также процессы, относительно

свободные от конъюнктурных колебаний. Транспортный прогноз опирался на социально-экономический прогноз, исходя из которого вырабатывались долгосрочные концепции с большой степенью обязательности выполнения. Прогнозирование и планирование представляло собой неразделимый процесс.

В создавшихся экономических условиях объективность прогноза зависит от качества входной информации. Все связи внутри модели будут правильными только при достоверной информации. Это необходимо учитывать и разработчикам программ, и руководителям предприятий, и тем, кто планирует взаимодействие между транспортом и другими отраслями. Это важно и для регионального планирования.

Транспортные организации обязательно должны иметь представление о том, какие изменения могут произойти в дальнейшем. Они должны быть готовы к этим изменениям и должны готовить подвижной состав, персонал, специалистов и др.

При прогнозировании потребностей в пассажирских перевозках учитывались следующие факторы:

- ожидаемые численность, состав и территориальное размещение населения и характеристика занятости;
- экономическое развитие, рост жизненного уровня, ожидаемые изменения условий и образа жизни;
- развитие территориального разделения труда, населенных пунктов, основные направления развития городов и их населенности;
- современный и перспективный уровни транспортного обслуживания, формирование транспортных тарифов и расходов;
- ожидаемое развитие внутреннего и иностранного туризма, распространение автомобилизации и т. д.

Для возможности прогнозирования транспортной подвижности на первом этапе был проведен анализ динамики изменения объема

перевозок пассажиров в городе общественным пассажирским транспортом. В табл. 3.3. приведены статистические данные о транспортной подвижности населения в г. Волжском за 1987-1992 годы.

Таблица 3.3

**Динамика транспортной подвижности населения  
г. Волжского, число поездок в год**

| Показатель                | Изменение показателя по годам |      |      |      |      |      |
|---------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|
|                           | 1987                          | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
| Транспортная подвижность, | 407                           | 403  | 441  | 428  | 397  | 324  |
| в том числе:              |                               |      |      |      |      |      |
| автобусами в городе       | 259                           | 259  | 303  | 306  | 279  | 244  |
| автобусами в пригороде    | 56                            | 54   | 50   | 44   | 66   | 37   |
| трамваем                  | 68                            | 66   | 64   | 57   | 49   | 41   |
| легковыми такси           | 24                            | 24   | 24   | 21   | 3    | 2    |

Приведенные в табл. 3.3 данные показывают, что максимальная транспортная подвижность на городском пассажирском общественном транспорте наблюдалась в 1989 и 1990 гг., соответственно 441 и 428 поездок в год.

В последующие годы транспортная подвижность населения колебалась, снижаясь до 336 и увеличиваясь до 408 поездок в год (рис. 3.2).

Прогнозирование величины транспортной подвижности населения города Волжского связано с рядом трудностей, вызванных неопределенностью характера возможных изменений условий жизни. Так, например, повышение материального благосостояния населения приведет к увеличению поездок с культурно-бытовыми целями, а с другой стороны, увеличение числа легковых автомобилей в личном пользовании (в 2000 г. в г. Волжском насчитывалось 41690 автомобилей у индивидуальных владельцев) приведет к снижению числа поездок на общественном транспорте.

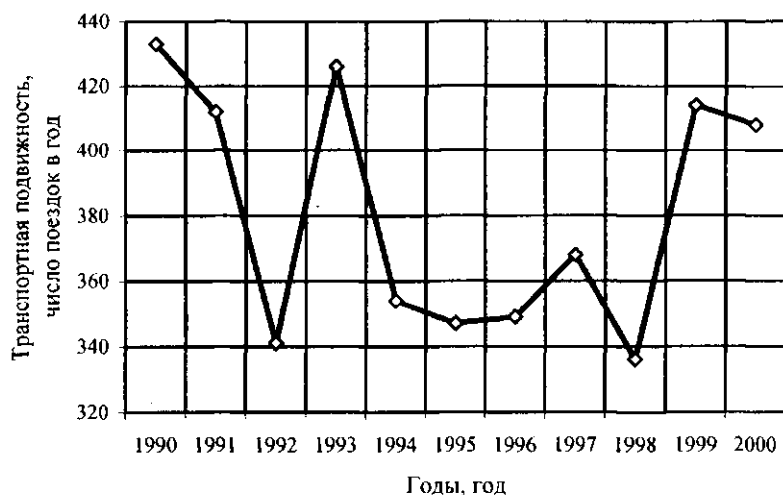


Рис. 3.2. Изменение транспортной подвижности населения в г. Волжском

Потенциальная транспортная подвижность на одного жителя в год всеми видами транспорта может быть определена, исходя из следующих условий [6]:

$$П = (P_1 \cdot П_1 + P_2 \cdot П_2) \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{кб}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (3.5)$$

где  $P_1$  – годовое число передвижений трудящихся на работу в одну сторону;

$P_2$  – годовое число передвижений учащихся вузов и техникумов в одну сторону;

$П_1$  – отношение количества самостоятельного населения к общей численности населения города;

$П_2$  – отношение количества учащихся в вузах и техникумах к общей численности населения города;

$K_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий деловые поездки;

$K_{\text{кб}}$  – коэффициент, учитывающий культурно-бытовые поездки;

$K_v$  – коэффициент возврата;

$K_T$  – коэффициент пользующихся транспортом;

$K_{II}$  – коэффициент пересадочности.

Более точно общее число транспортных передвижений определяется выражением:

$$П = П_{рс} + П_{уч} + П_{д} + П_{кбрс} + П_{кбнн}, \quad (3.6)$$

где  $П$  – общее число транспортных передвижений;

$П_{рс}$  – число трудовых передвижений рабочих и служащих;

$П_{уч}$  – число трудовых передвижений учащихся;

$П_{д}$  – число деловых передвижений рабочих и служащих;

$П_{кбрс}$  – число культурно-бытовых передвижений рабочих и служащих;

$П_{кбнн}$  – число культурно-бытовых передвижений несамодеятельного населения.

Трудовые передвижения являются обязательными и регулярными, и их число может быть определено с достаточной степенью точности

$$П_{рс} = K_v \cdot (D_k - D_v - D_{п} - D_{от} - D_{бол}), \quad (3.7)$$

где  $K_v$  – коэффициент возврата;

$D_k$  – число календарных дней;

$D_v$  – число выходных дней;

$D_{п}$  – число праздничных дней;

$D_{от}$  – число дней отпуска;

$D_{бол}$  – число дней по болезни.

Годовое число передвижений рабочих и служащих на работу в одну сторону при пятидневной рабочей неделе составляет – 240.

Годовое число передвижений учащихся вузов и техникумов с учетом каникул в одну сторону – 230.

Неспособственно с работы или учебы домой возвращаются не все пассажиры, так как часть из них, около 10%, направляется с работы или учебы в магазины, библиотеки, театры и другие пункты, уменьшая тем самым относительное количество обратных поездок. С учетом этого коэффициент возврата –  $K_v$  принимается равным 1,9.

Таким образом, число трудовых передвижений рабочего и служащего

$$P_{pc} = P'_{pc} \cdot K_v = 240 \cdot 1,9 = 456.$$

Число трудовых передвижений одного учащегося

$$P_{yc} = P'_{yc} \cdot K_v = 230 \cdot 1,9 = 437.$$

Деловые передвижения рабочих и служащих в течение рабочего дня по производственным нуждам составляют 2-5% от трудовых передвижений.

В свободные дни, при пятидневной рабочей неделе, трудовые поездки заменяются поездками с культурно-бытовыми целями и в зоны отдыха.

В отличие от трудовых, культурно-бытовые передвижения не поддаются точному расчету. Для определения их количества проводились опросы и анкетирование жителей г. Волжского.

В табл. 3.4 приведены данные о пользовании общественным городским транспортом несамодеятельного населения.

В дальнейших расчетах прогнозируемой транспортной подвижности населения г. Волжского на 2000 г. принято: число культурно-бытовых передвижений одного работающего или учащегося равным 208; несамодеятельного населения – 192.

Население г. Волжского в 2000 г. насчитывало 301544 чел., в том числе: рабочих и служащих – 125671 чел.; учащихся – 42325 чел.; несамодеятельного населения – 133548 чел.

Таблица 3.4

**Данные об использовании общественного городского транспорта  
несамодеятельным населением**

| Сколько дней в<br>неделю пользуются<br>транспортом, $n_i$ | Число<br>поездо<br>к | Частота,<br>$m_i^*$ | Частот<br>ь,<br>$P_i^*$ | Математич<br>еское<br>ожидание,<br>$n_i \cdot P_i^*$ | Аналитическ<br>ис данные |       | Критерий<br>согласия<br>Пирсона,<br>$\sum \frac{(m_i^* - m_i)^2}{m_i}$ |
|-----------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------|
|                                                           |                      |                     |                         |                                                      | $P_i$                    | $m_i$ |                                                                        |
| Не пользуются                                             | 0                    | 81                  | 0,162                   | 0                                                    | 0,158                    | 79    | 0,05                                                                   |
| 1 день                                                    | 2                    | 143                 | 0,286                   | 0,286                                                | 0,290                    | 145   | 0,03                                                                   |
| 2 дня                                                     | 4                    | 128                 | 0,256                   | 0,512                                                | 0,270                    | 135   | 0,36                                                                   |
| 3 дня                                                     | 6                    | 89                  | 0,178                   | 0,534                                                | 0,165                    | 83    | 0,43                                                                   |
| 4 дня                                                     | 8                    | 46                  | 0,092                   | 0,368                                                | 0,080                    | 40    | 0,90                                                                   |
| 5 дней                                                    | 10                   | 13                  | 0,026                   | 0,130                                                | 0,030                    | 15    | 1,39                                                                   |
| Более 5 дней                                              | 12                   | —                   | —                       | —                                                    | 0,007                    | 3     | 0                                                                      |
| Итого                                                     |                      | 500                 | 1,00                    | 1,83                                                 | 1,000                    | 500   | 3,16                                                                   |

Число передвижений рабочих и служащих

$$P_{рс} = 456 \cdot 125671 = 57305976.$$

Число передвижений учащихся

$$P_{уч} = 437 \cdot 42325 = 18496025.$$

Число деловых передвижений

$$P_{д} = 0,03 \cdot 57305976 = 1719179.$$

Число культурно-бытовых передвижений рабочих и служащих

$$P_{кбрс} = 208 \cdot 125671 = 26139568.$$

Число культурно-бытовых передвижений учащихся

$$P_{кбуч} = 208 \cdot 42325 = 8803600.$$

Число культурно-бытовых передвижений несамодеятельного населения

$$P_{кбнн} = 192 \cdot 133548 = 25641216.$$

Общее число транспортных передвижений

$$P = P_{рс} + P_{уч} + P_{д} + P_{кбрс} + P_{кбнн} = 138105564.$$

### Потенциальная транспортная подвижность

$$P_{\text{тр}} = \frac{П}{K_{\text{ж}}} = \frac{138105564}{301544} = 458,$$

где  $P_{\text{тр}}$  – потенциальная транспортная подвижность одного жителя в год;

$K_{\text{ж}}$  – число жителей в городе, чел.

Учетная транспортная подвижность в г. Волжском в 2000 г. составила 408 поездок.

Разница между потенциальной и учетной транспортной подвижностью населения в 2000 г. объясняется отсутствием статистических данных о числе поездок на личном транспорте, о наличии группы пассажиров-безбилетников, а также погрешностями в расчетах в результате принятых допущений.

Выполненные расчеты показывают, что в городе Волжском общественный пассажирский транспорт (автобус, трамвай, маршрутные такси и легковые такси) выполняет:

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| трудовых поездок          | – 41,5%;  |
| поездок учащихся          | – 13,4%;  |
| деловых поездок           | – 0,01%;  |
| культурно-бытовых поездок | – 45,09%. |

На рис. 3.3 показано распределение поездок по различным социальным группам населения, а в табл. 3.5 – распределение транспортной подвижности населения по видам транспорта.

В табл. 3.6 и на рис. 3.4 приведены данные о потенциальной и статистической транспортной подвижности населения по «нормативам», установленным для 2000 г.

По данным табл. 3.6 видно, что потенциальная транспортная подвижность в 2000 г. существенно отличается от статистической.

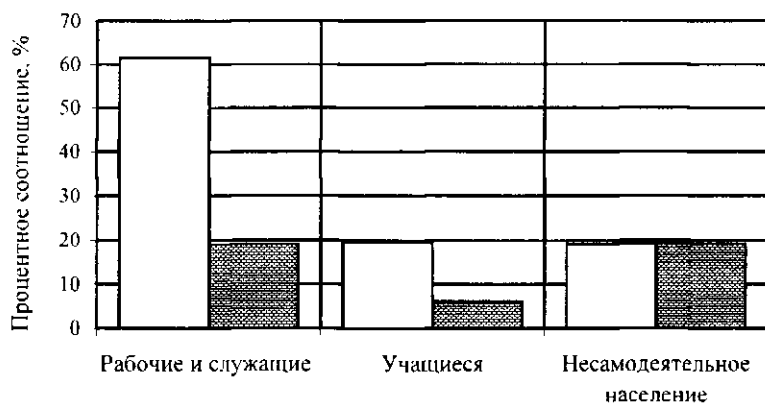


Рис. 3.3. Распределение поездок между социальными группами населения:

□ – всё передвижения;

▨ – в том числе с культурно-бытовыми целями

Таблица 3.5

**Распределение статистической транспортной подвижности населения по видам транспорта**

| Показатель                                      | Изменение показателя по годам |      |      |      |       |       |      |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
|                                                 | 1990                          | 1991 | 1992 | 1993 | 1994  | 1995  | 1996 | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  |
| Общая транспортная подвижность, в том числе на: | 428                           | 397  | 324  | 399  | 327   | 317   | 349  | 368   | 336   | 414   | 408   |
| автобусе                                        | 350                           | 345  | 281  | 370  | 271,1 | 258,9 | 233  | 254,7 | 212,3 | 301,1 | 279,1 |
| трамвае                                         | 57                            | 49   | 41   | 27   | 55    | 58    | 116  | 113   | 119   | 106   | 114   |
| маршрутном такси                                | —                             | —    | —    | —    | —     | —     | —    | 0,2   | 4,6   | 6,8   | 14,8  |
| такси                                           | 21                            | 3    | 2,3  | 2    | 0,9   | 0,06  | 0,03 | 0,12  | 0,07  | 0,13  | 0,13  |

Таблица 3.6

**Динамика изменения транспортной подвижности  
населения г. Волжского**

| Показатель                              | Изменение показателя по годам |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                         | 1990                          | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
| Потенциальная транспортная подвижность  | 522                           | 510  | 496  | 490  | 479  | 464  | 448  | 453  | 461  | 460  | 458  |
| Статистическая транспортная подвижность | 428                           | 397  | 324  | 399  | 327  | 317  | 349  | 368  | 336  | 414  | 408  |

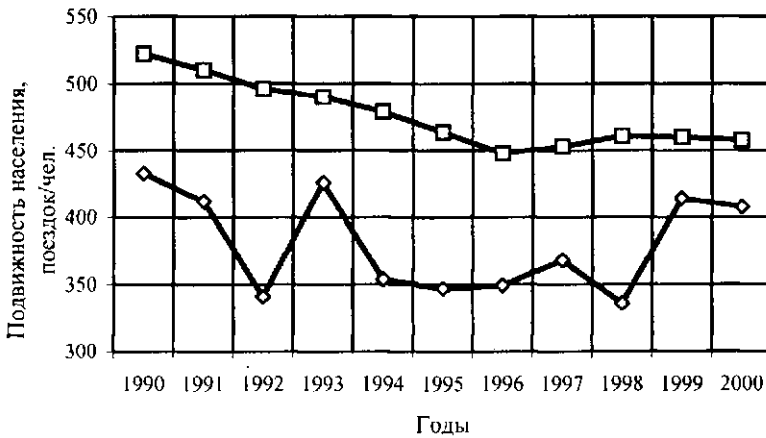


Рис. 3.4. Динамика изменения потенциальной и транспортной подвижности населения в г. Волжском после 1990 г.:

- ◇— — транспортная подвижность населения;
- — потенциальная подвижность по данным 2000 г.

Для получения более объективных прогнозируемых данных необходимо учесть влияние на транспортную подвижность населения таких факторов как: изменение доходов населения, тарифа за поездку, провозные возможности подвижного состава и др. Определение влияния этих факторов на транспортную подвижность населения проводилось с помощью аналитических моделей.

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n, \quad (3.10)$$

$x$  – значение факторного признака;

Для определения коэффициентов аппроксимирующего многочлена используется система линейных уравнений вида:

$$a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 + a_2 \sum x^3 + \dots + a_n \sum x^{n+1} = \sum yx;$$

$$a_0 \sum x^n + a_1 \sum x^{n+1} + a_2 \sum x^{n+2} + \dots + a_n \sum x^{2n} = \sum yx^n$$

Сущность его заключается в следующем. Начинают с двухмерной – парной регрессии и добавляют на каждом шагу новую переменную. Если переменная релевантна, то при ее введении стандартная ошибка уравнения уменьшается, а коэффициент корреляции увеличивается, и наоборот.

Для решения, нахождения параметров системы уравнений типа

$$\Pi = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2, \quad (3.12)$$

необходимо решить следующую систему уравнений

$$\begin{aligned} a_0 + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 &= \sum \Pi ; \\ a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 + a_2 \sum x_1x_2 &= \sum x_1\Pi ; \\ a_0 \sum x_2 + a_1 \sum x_1x_2 + a_2 \sum x_2^2 &= \sum x_2\Pi . \end{aligned} \quad (3.13)$$

Если рассматривается влияние на транспортную подвижность населения трех переменных факторов, то уравнение регрессии будет иметь вид:

$$\Pi = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3. \quad (3.14)$$

Для нахождения параметров этого уравнения необходимо решить следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} a_0 + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 + a_3 \sum x_3 &= \sum \Pi ; \\ a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 + a_2 \sum x_1x_2 + a_3 \sum x_1x_3 &= \sum x_1\Pi ; \\ a_0 \sum x_2 + a_1 \sum x_1x_2 + a_2 \sum x_2^2 + a_3 \sum x_2x_3 &= \sum x_2\Pi ; \\ a_0 \sum x_3 + a_1 \sum x_1x_3 + a_2 \sum x_2x_3 + a_3 \sum x_3^2 &= \sum x_3\Pi . \end{aligned} \quad (3.15)$$

Получены модели зависимости транспортной подвижности населения:

- от изменения среднемесячной зарплаты одного работающего (рис. 3.5)

$$П = 372 - 0,18x + 0,00012x^2, \quad (3.16)$$

где  $П$  – транспортная подвижность населения;

$x$  – среднемесячная зарплата одного работающего, руб.

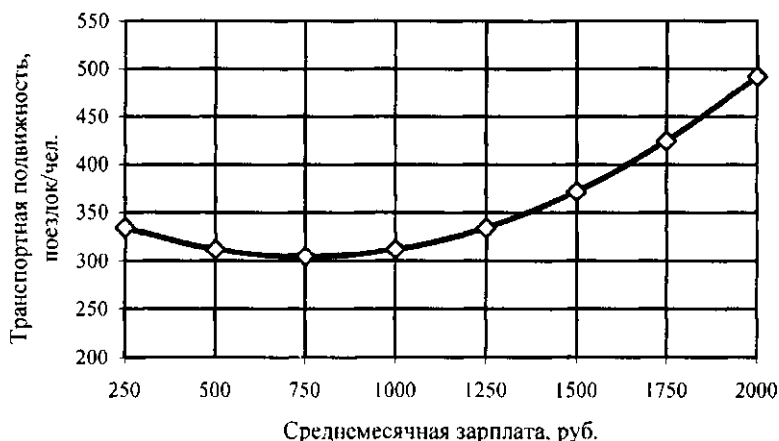


Рис. 3.5. Зависимость транспортной подвижности населения от изменения среднемесячной зарплаты одного работающего

- от изменения длины маршрутной сети (рис. 3.6)

$$П = 468 - 1,02x + 0,0016x^2, \quad (3.17)$$

где  $x$  – длина маршрутной сети, км.

- от численности работающих и доходов населения (рис. 3.7)

$$П = 354 + 0,089x_1 + 0,019x_2, \quad (3.18)$$

где  $x_1$  – численность работающих, тыс. чел.;

$x_2$  – доходы населения, руб./чел.

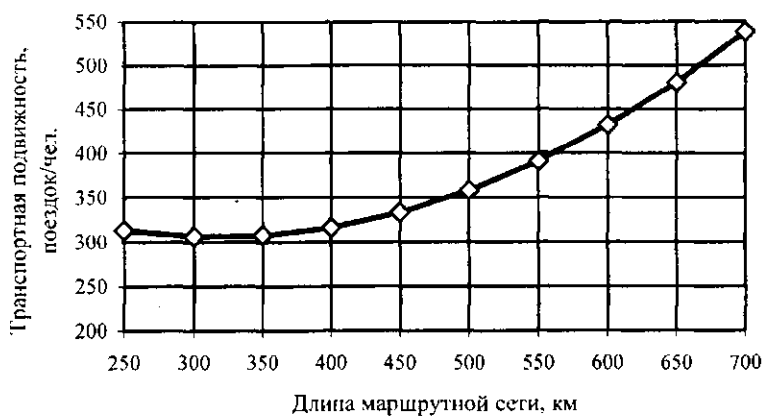


Рис. 3.6. Зависимость транспортной подвижности населения от изменения длины маршрутной сети

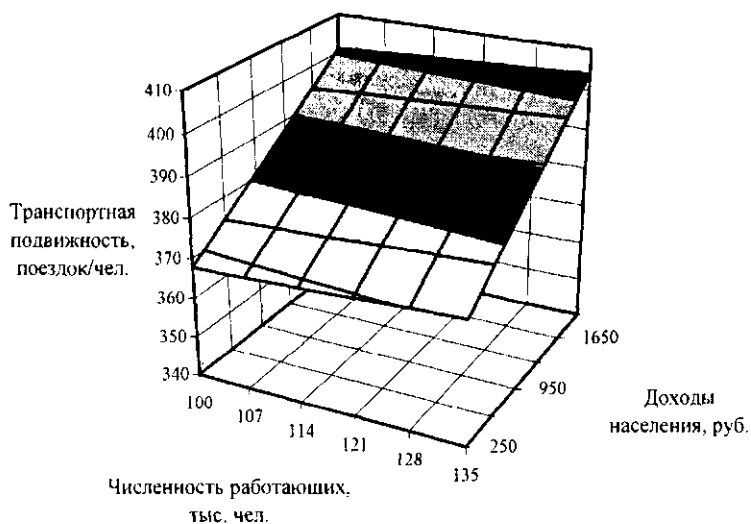


Рис. 3.7. Зависимость транспортной подвижности населения от численности работающих и доходов населения

- от провозной возможности общественного маршрутного транспорта, численности населения и тарифной платы за проезд

$$П = 430 + 0,342x_1 + 0,065x_2 - 63,7x_3, \quad (3.19)$$

где  $x_1$  – провозная возможность общественного маршрутного транспорта, млн. пасс.;

$x_2$  – численность населения, тыс. чел.;

$x_3$  – тарифная плата за проезд, руб.

Как отмечалось ранее, прогнозы не являются официальной точкой зрения. Однако, прогнозы, разработанные на базе обширных исследований, позволяют осуществлять правильную транспортную политику.

#### **4. СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ В ГОРОДЕ ВОЛЖСКОМ**

Город Волжский является вторым наиболее развитым промышленным центром Волгоградской области. На начало 2001 г. в нем проживало около 300 тыс. чел. Основу промышленного потенциала города составляют: гидроэнергетика, строительная индустрия, предприятия химической, металлургической, машиностроительной промышленности. Промышленный комплекс города производит в год около трех миллионов автомобильных шин, более полумиллиона тонн стальных труб различного ассортимента и назначения, 35 тыс. тонн синтетического каучука, абразивно-шлифовальные материалы и изделия, метионин, спандекс, запасные части к автомобилям и разнообразные товары народного потребления. В городе много предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции и выпуску пищевых продуктов.

В сфере производства и услуг на территории города занято 3400 субъектов хозяйственной деятельности и 7000 граждан, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица. Транспортные магистрали – автомобильные, железнодорожные, водные и воздушные, связывают город со всеми регионами России, государств СНГ и странами, расположенными на побережье Каспийского, Черного и Средиземного морей. Волжский речной порт принимает суда типа «река-море».

История основания и развития города Волжского связана со строительством Волжской ГЭС. Поселок для строителей и эксплуатационников Волжской ГЭС строился по градостроите-

льным канонам, вопреки сложившимся в те годы традициям. В 1954 г. поселок строителей получил статус города и имя Волжский.

За последние 10 лет рост численности населения в городе стабилизировался и составляет менее 1%. По сравнению с 1990 г. число пенсионеров увеличилось на 42,3%. Почти на 9% сократилось число работающих (рабочих и служащих), в отдельные годы эта цифра достигала 14%. Появилась социальная категория населения – «безработные», число которых в отдельные годы превышало 2,5 тыс. чел.

Данные табл. 4.1 показывают, что в городе постоянно увеличивается такая социальная группа населения как пенсионеры. Одновременно растет число пассажиров, обладающих правом льготного проезда. В 1998 г. их насчитывалось 123106 чел., в 1999 г. – 156049, в 2000 г. – 179138 чел., или 60% населения города. Около 38% из 60% оплачивают половину стоимости проезда в подвижном составе и 22% – перемещаются в городском общественном транспорте бесплатно.

Таблица 4.1

**Изменение численности и состава населения  
г. Волжского по годам**

| Категории граждан | Изменение населения по годам, тыс. чел. |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 1990                                    | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  |
| Всего населения,  | 287,0                                   | 288,1 | 291,4 | 292,1 | 294,9 | 296,7 | 298,3 | 299,7 | 299,9 | 300,9 | 301,5 |
| в том числе:      |                                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| рабочие           | 72,32                                   | 68,86 | 62,94 | 58,4  | 54,56 | 53,17 | 52,8  | 53,86 | 54,89 | 54,43 | 54,24 |
| служащие          | 65,15                                   | 53,96 | 68,5  | 71,57 | 64,29 | 67,05 | 69,8  | 70,35 | 71,42 | 71,09 | 71,43 |
| учащиеся          | 39,32                                   | 41,78 | 41,09 | 42,06 | 51,61 | 46,58 | 41,17 | 42,21 | 42,85 | 43,15 | 42,33 |
| школьники         | 40,47                                   | 40,62 | 40,51 | 39,73 | 42,17 | 44,51 | 45,64 | 44,52 | 42,01 | 41,0  | 42,11 |
|                   | 18,08                                   | 17,57 | 16,32 | 15,48 | 13,86 | 14,36 | 14,92 | 14,72 | 13,43 | 14,57 | 13,33 |
| дошкольники       |                                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| пенсионеры        | 51,37                                   | 55,32 | 61,78 | 63,97 | 66,06 | 68,24 | 71,59 | 72,37 | 73,28 | 75,12 | 75,42 |
| безработные       | –                                       | –     | –     | 0,984 | 2,064 | 2,67  | 2,386 | 2,701 | 1,982 | 1,565 | 2,684 |

С ростом численности населения происходит пропорциональное увеличение площади города и транспортного обустройства.

В табл. 4.2 приведены данные об изменении площади г. Волжского и улично-дорожной сети.

Таблица 4.2

**Показатели улично-дорожной сети  
и площади г. Волжского**

| Показатель                                     | Изменение показателя по годам |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                | 1990                          | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  |
| Площадь города, км <sup>2</sup>                | 26,85                         | 29,81 | 31,97 | 33,71 | 34,92 | 35,62 | 36,23 | 36,74 | 37,06 | 37,31 | 37,37 |
| Плотность маршрутной сети, км/км <sup>2</sup>  | 1,08                          | 0,92  | 1,07  | 1,06  | 1,08  | 1,41  | 1,6   | 1,62  | 1,8   | 1,78  | 1,79  |
| Плотность населения, тыс. чел./км <sup>2</sup> | 10,7                          | 9,66  | 9,11  | 9,13  | 8,44  | 8,33  | 8,23  | 8,16  | 8,09  | 8,06  | 8,06  |

План города включает систему магистральных улиц, образующих прямоугольную схему планировочной структуры, что позволяет обеспечить сравнительно равномерную нагрузку магистралей и высокую пропускную возможность всей системы в целом. Транспортная сеть города расположена вдоль реки Ахтуба. Промышленные предприятия вынесены за пределы селитебной части города, что улучшает экологическую обстановку, но увеличивает протяженность маршрутной сети и время движения пассажиров к месту их работы. Динамика изменения состояния городского пассажирского общественного транспорта приведена в табл. 4.3 и 4.4.

В табл. 4.5. и 4.6. приведены данные о наличии автомобильного транспорта в г. Волжском.

Таблица 4.3

## Характеристика городского пассажирского общественного транспорта

| Показатель                                 | Единица измерения | Изменение показателя по годам |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |
|--------------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                                            |                   | 1985                          | 1986  | 1987  | 1988  | 1989  | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999  | 2000  |
| Всего маршрутов, в том числе:              | ед.               | -                             | -     | -     | -     | -     | 21    | 21    | 22    | 30    | 31   | 32   | 31   | 34   | 37   | 38    | 42    |
| трамвайных                                 | ед.               | -                             | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 5     | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5     | 6     |
| автобусных (городских)                     | ед.               | -                             | -     | -     | -     | -     | 21    | 21    | 22    | 25    | 26   | 27   | 26   | 25   | 25   | 24    | 25    |
| маршрутных такси                           | ед.               | -                             | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -    | -    | 4    | 7    | 9     | 11    |
| Протяженность всех маршрутов, в том числе: | км                | -                             | -     | -     | -     | -     | 975,8 | 1054  | 1223  | 1326  | 1284 | 1416 | 1464 | 1467 | 1567 | -     | -     |
| трамвайных путей                           | км                | -                             | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 68    | 68   | 68   | 68   | 68   | 68   | 68    | -     |
| автобусных (городских)                     | км                | 336,5                         | 351,6 | 404,8 | 411,9 | 403,3 | 407,8 | 354,4 | 354,4 | 396,3 | 364  | 512  | 588  | 602  | 674  | 667   | 671   |
| автобусных (пригородных)                   | км                | -                             | -     | -     | -     | -     | 568   | 700   | 869   | 862   | 852  | 836  | 808  | 748  | 740  | -     | -     |
| Наличие подвижного состава, в том числе:   | км                | -                             | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -    | -    | 48,7 | 85,4 | 136,2 | 395,1 |
| трамвайных вагонов                         | ед.               | 718                           | 713   | 720   | 786   | 757   | 724   | 672   | 558   | 557   | 554  | 548  | 507  | 477  | -    | -     | 629   |
| автобусов (городских)                      | ед.               | 71                            | 71    | 79    | 74    | 74    | 73    | 113   | 113   | 109   | 109  | 109  | 109  | 90   | 78   | 78    | 77    |
| автобусов (пригородных)                    | ед.               | 175                           | 178   | 176   | 221   | 195   | 181   | 184   | 182   | 204   | 217  | 208  | 211  | 203  | -    | -     | 158   |
| маршрутных такси                           | ед.               | 110                           | 94    | 93    | 103   | 98    | 108   | 102   | 85    | 75    | 88   | 93   | 88   | 91   | 93   | 93    | 90    |
| легковых такси                             | ед.               | -                             | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -    | -    | 20   | 60   | 102   | 230   |
| легковых такси                             | ед.               | 362                           | 370   | 372   | 388   | 390   | 362   | 273   | 178   | 169   | 140  | 138  | 99   | 73   | 49   | 17    | 74    |

Таблица 4.4

**Число пассажиров, перевезенных городским пассажирским  
общественным транспортом в г. Волжском**

| Вид транспорта          | Единица измерения | Перевезено пассажиров по годам |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |        |        |        |        |        |
|-------------------------|-------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                         |                   | 1985                           | 1986   | 1987   | 1988   | 1989   | 1990   | 1991   | 1992  | 1993   | 1994  | 1995  | 1996   | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   |
| Автобусами в городе     | тыс. чел.         | 65201                          | 66146  | 66546  | 68177  | 81607  | 88043  | 86597  | 71211 | 97483  | 69841 | 69296 | 62364  | 66090  | 52926  | 80066  | 73023  |
| Автобусами в пригороде  | тыс. чел.         | 14056                          | 14764  | 13314  | 14227  | 13611  | 12653  | 12800  | 10724 | 10700  | 10105 | 7318  | 6840   | 10470  | 10751  | 10851  | 10869  |
| Трамваи                 | тыс. чел.         | 17912                          | 1823   | 17570  | 17233  | 17045  | 16271  | 14114  | 11866 | 7892   | 1613  | 17390 | 34801  | 33792  | 35600  | 31800  | 34500  |
| Маршрутными такси       | тыс. чел.         | -                              | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -     | -      | -     | -     | -      | 71,6   | 1404   | 2051   | 4485   |
| Легковыми такси         | тыс. чел.         | 5493                           | 5661   | 5927   | 6179   | 6358   | 6081   | 846,8  | 677,4 | 592    | 230   | 19    | 9      | 35,1   | 21     | 20     | 39,7   |
| Всеми видами транспорта | тыс. чел.         | 102662                         | 104805 | 104357 | 105806 | 118621 | 123048 | 114357 | 94478 | 116667 | 96315 | 94023 | 104014 | 110459 | 100702 | 124788 | 122911 |

Таблица 4.5

**Распределение автотранспорта, принадлежащего предприятиям и организациям  
г. Волжского, по назначению за 1990-2000 гг.**

| Вид<br>автомобилей                                      | Изменение количества автотранспорта по годам, ед. |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                                         | 1990                                              | 1991           | 1993           | 1994           | 1995           | 1996           | 1997           | 1998           | 1999           | 2000           |
| Грузовые,<br>в том числе<br>индивидуальные<br>владельцы | 2928<br>—                                         | 2914<br>—      | 3160<br>—      | 3119<br>—      | 3120<br>—      | 2664<br>744    | 2439<br>1228   | 3473<br>1363   | 3903<br>1994   | 3264<br>1477   |
| Специальные                                             | 1052                                              | 1058           | 1080           | 1023           | 1246           | 1044           | 974            | 965            | 906            | 972            |
| Автобусы,<br>в том числе<br>индивидуальные<br>владельцы | 775                                               | 754            | 822            | 791            | 790            | 742            | 731            | 954            | 948            | 1092           |
| Пикапы и<br>фургоны                                     | —                                                 | —              | 295            | 221            | 243            | 208            | 189            | 172            | 163            | 158            |
| Легковые,<br>в том числе<br>индивидуальные<br>владельцы | 18822<br>18303                                    | 20219<br>20404 | 26584<br>26023 | 27891<br>27418 | 30483<br>29856 | 33469<br>32714 | 34993<br>34316 | 36313<br>35729 | 38936<br>38288 | 42374<br>41691 |
| Всего<br>автомобилей                                    | 23577                                             | 24945          | 31941          | 33045          | 35882          | 38127          | 39326          | 41877          | 44856          | 47860          |



Главным принципом транспортной политики, проводимой при проектировании и строительстве города, являлось полное удовлетворение общественно-признанной потребности в городских пассажирских перевозках, с минимальными транспортными затратами, осуществляемое благодаря транспортной кооперации и планомерно согласованному развитию всех транспортных мощностей. Единая пассажирская транспортная система города Волжского представляет собой комплексный транспортный узел, который включает в себя пригородный железнодорожный и речной виды транспорта, трамвай, автобус, маршрутные такси и легковые такси.

Система транспортного обслуживания населения города пассажирскими перевозками состоит из 3 уровней.

Первый уровень – это транспортная система города, которая обеспечивает все пассажирские перевозки в пригородном, пригородно-городском (дачном) и городском сообщениях.

Второй уровень – деление пассажирского транспорта города на общественный транспорт и индивидуальный. Массовый общественный пассажирский транспорт подразделяется на маршрутный и ведомственный.

Третий уровень – это отдельные виды наземного транспорта (трамвай, маршрутный автобус, экспрессный, заказной автобус, маршрутные такси, легковые такси).

Каждый из этих уровней представляет собой открытую подсистему с присущей ей совокупностью элементов.

В зависимости от организации работы в течение суток в городе функционируют: основные, ночные, дневные, дополнительные и производственные маршруты. При организации маршрутной системы учитывалось, чтобы каждый квартал и микрорайон города был связан с крупными пассажирообразующими пунктами (предприятия, вокзалы, автостанции, крупные торговые и спортивно-зрелищные предприятия) и с центром города. Эта связь

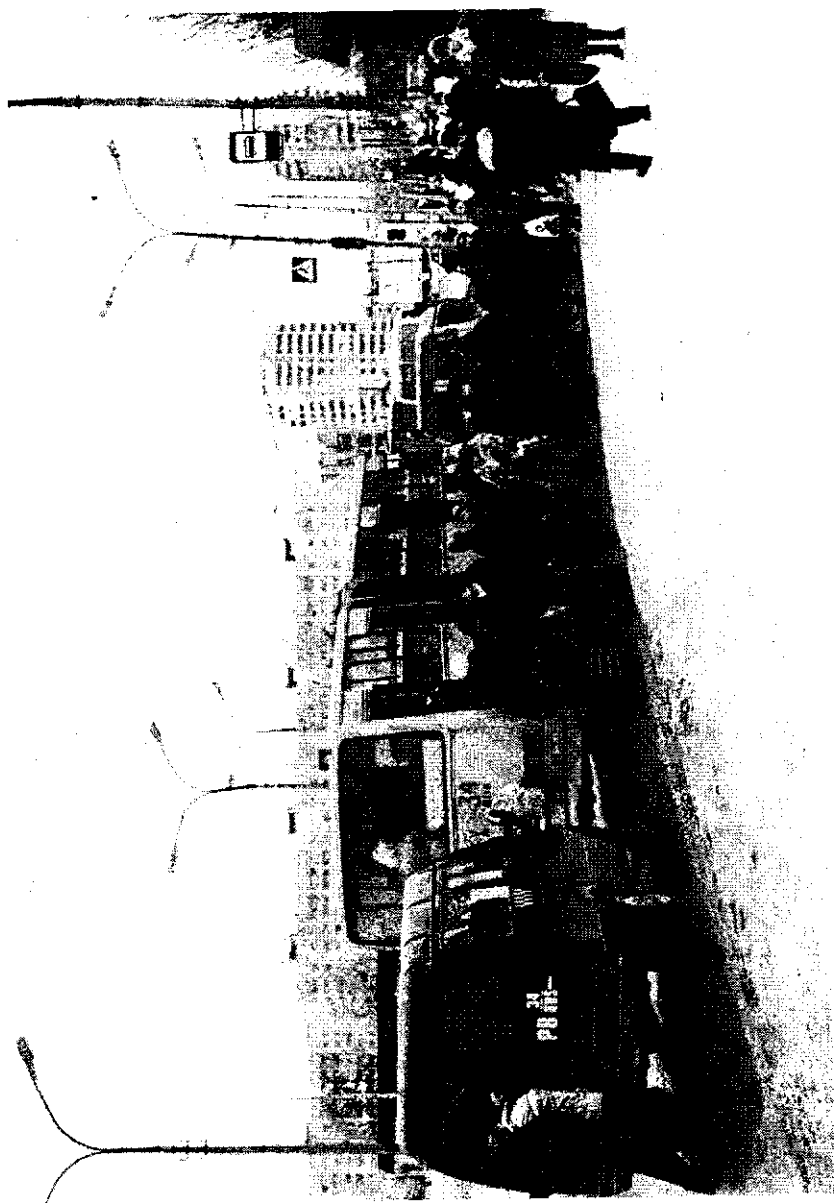


Рис. 4. 1. Остановка «Дом быта» в утренний час пик

осуществляется одним или несколькими основными маршрутами и различными видами транспорта.

Максимально допустимые интервалы движения в производственные часы пик до 5 мин., в дневное время – 10 мин., в вечернее время – 15 мин., в ночное время – 20 мин.

Остановочные пункты, как правило, организованы в местах скопления наибольшего количества возможных пассажиров (у входа в торговые и спортивно-зрелищные предприятия, у проходных заводов и предприятий и т.д.). В связи с неконтролируемым развитием в городе таксомоторных маршрутных перевозок пропускная возможность узловых остановочных пунктов в городе значительно снижена вследствие взаимных помех различных видов транспорта.

Конечные пункты трамвайных линий выполнены в виде поворотных колец. Для обеспечения возможного обгона, устойчивого движения на трамвайных поворотных кольцах предусмотрены дополнительные пути. Это дает возможность выводить из оборота неисправные вагоны и изменять последовательность движения поездов.

В табл. 4.7 приведены данные об изменении маршрутной сети за последние годы, а в табл. 4.8 - значения интервалов движения городского пассажирского общественного транспорта.

*Таблица 4.7.*

**Изменение общего количества городских маршрутов**

| Количество маршрутов      | Изменение маршрутов по годам, ед. |      |      |      |      |
|---------------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|
|                           | 1997                              | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
| По всем видам транспорта, | 47                                | 55   | 65   | 70   | 73   |
| в том числе:              |                                   |      |      |      |      |
| автобусные                | 38                                | 43   | 50   | 53   | 53   |
| трамвайные                | 5                                 | 5    | 6    | 6    | 7    |
| маршрутных такси          | 4                                 | 7    | 9    | 11   | 13   |

Таблица 4.8

**Значение интервалов движения городского  
пассажирского общественного транспорта**

| Вид городского общественного пассажирского<br>маршрутного транспорта | Интервал движения,<br>мин. |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Автобус                                                              | 7-18                       |
| Трамвай                                                              | 7-23                       |
| Маршрутные такси                                                     | 3-10                       |

В табл. 4.9 приведена характеристика подвижного состава городского пассажирского общественного транспорта, используемого в г. Волжском.

Таблица 4.9

**Нормативы наполнения подвижного состава**

| Вид городского<br>пассажирского<br>транспорта | Марка<br>подвижного<br>состава | Вместимость подвижного состава, мест |                                                |       |
|-----------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|-------|
|                                               |                                | Мест для<br>сидения                  | Число стоячих<br>мест на 1 м <sup>2</sup> пола | Общая |
| Автобус                                       | Ик-280                         | 36                                   | Не более 5                                     | 115   |
|                                               | ЛиАЗ-5256                      | 38                                   | -//-                                           | 110   |
|                                               | ЛиАЗ-677                       | 25                                   | -//-                                           | 80    |
|                                               | Волжанин-5270                  | 32                                   | -//-                                           | 120   |
| Трамвай                                       | Т-3                            | 35                                   | Не более 4                                     | 100   |
|                                               | КТМ-5МЗ                        | 45                                   | -//-                                           | 107   |
| Маршрутные<br>такси                           | ГАЗ                            | 13                                   | —                                              | 14    |
|                                               | ПАЗ                            | 26                                   | Не более 3                                     | 26    |
| Автомобили-<br>такси                          | ГАЗ                            | 4                                    | —                                              | 4     |
|                                               | ВАЗ                            | 4                                    | —                                              | 4     |
|                                               | Москвич                        | 4                                    | —                                              | 4     |

В настоящее время плата за проезд в городском пассажирском общественном транспорте производится путем сбора наличной оплаты специально выделенными сотрудниками транспортного предприятия (кондукторами). В этом случае документом, подтверждающим право на проезд, является билет, который

выдается пассажиру после оплаты проезда. Пассажиры, имеющие проездные документы многоразового использования (проездные билеты), предъявляют их кондуктору. Проезд пассажиров льготных категорий осуществляется по предъявлению соответствующих именных документов (удостоверений).

Данной системе сбора платы за проезд и контроля присущи известные недостатки:

- затруднительность контроля правомочности проезда всех пассажиров, что допускает проезд пассажиров, не оплативших проезд и не имеющих на это права;
- осуществление только визуального контроля предъявляемых проездных билетов и удостоверений на право льготного проезда, что не исключает проезд по поддельным документам;
- возможность недобросовестного использования кондуктором своих служебных обязанностей путем приема платы за проезд без выдачи билета и присвоения части выручки и др.

На удобство поездки пассажиров влияет форма оплаты проезда. В г. Волжском широко применяется форма продажи месячных проездных билетов на определенный вид общественного транспорта. Для учащихся школ, техникумов, студентов высших учебных заведений введены различные формы льготных проездных билетов (табл. 4.10).

Таблица 4.10

**Изменение количества проданных городских  
проездных билетов**

| Вид городского<br>пассажирского<br>транспорта | Количество проданных проездных билетов по годам, шт. |        |        |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------|--------|
|                                               | 1998                                                 | 1999   | 2000   |
| Автобус                                       | 198786                                               | 208981 | 219348 |
| Трамвай                                       | 5960                                                 | 7143   | 7653   |

Используется перевозка пассажиров по принципу «дом-работа». К моменту начала и окончания работы специальные автобусы подаются к крупным предприятиям.

К положительным мероприятиям по снижению затрат времени при поездке на общественном транспорте относится система организации скорых (экспрессных и полужэкспрессных) автобусных маршрутов, дублирующих основные маршруты. При этом остановки размещаются в местах с большим пассажирооборотом. Сокращение времени поездки происходит за счет сокращения времени задержек на остановочных пунктах и в связи с увеличением скорости за счет большего расстояния между остановочными пунктами.

Уровень удовлетворения потребностей пассажиров в транспортном обслуживании характеризуется системой показателей качества перевозок, главными из которых являются: наполнение подвижного состава; регулярность движения транспортных средств; время, затрачиваемое пассажиром на передвижение; безопасность движения; возможность беспересадочной поездки; информирование пассажира (объявление остановочных пунктов; вывешивание схемы маршрута) и др.

Базой для измерения качества транспортного обслуживания служит система установленных нормативов уровня качества перевозок. Строительными нормами и правилами планировки городов, населенных мест и сельских населенных пунктов (СНиП II-60-70) предусмотрены следующие требования к проектированию транспортных систем.

Затраты времени на передвижение от мест проживания до мест работы и других мест массового посещения (в один конец) не более 40 мин. для 80-90% пассажиров в крупных городах и не более 30 мин. – в остальных населенных пунктах.

Расстояние пешеходных подходов от мест жительства или работы до ближайшей остановки ГПОТ не должно превышать 500 м. Плотность сети линий ГПОТ должна быть в пределах 1,5-2 км/км<sup>2</sup>.

Средние расстояния между остановочными пунктами ГПОТ - не более 600 м, для экспресс-автобуса и скоростного трамвая – 800-1200 м.

Время на ожидание транспорта определяется интервалом между подвижным составом ГПОТ и в часы пик колеблется от 1 до 3 мин.

Время пересадки на наземных видах транспорта составляет от 2 до 5 мин.

Провозные возможности городского пассажирского общественного транспорта должны соответствовать удовлетворению потребности населения в передвижениях. Согласно [12] количество пассажиров, перевозимых в городском сообщении, определяется исходя из намечаемой на планируемый период численности городского населения и его транспортной подвижности (среднего числа поездок всеми видами городского транспорта одного жителя в год).

Средняя дальность поездки в городах устанавливается по результатам анализа данных периодически проводимых обследований пассажиропотоков.

Распределение объемов перевозок пассажиров между трамваями, автобусами, троллейбусами, маршрутными и легковыми такси производится исходя из потребностей населения (определяется на основе периодически проводимых обследований перевозок), величины пассажиропотоков по отдельным направлениям, экономически целесообразных сфер применения отдельных видов транспорта. При этом должны полностью обеспечиваться потребность населения в перевозках и устанавливаемые нормы передвижения – время поездки, степень использования вместимости подвижного состава. При расчетах необходимо учитывать следующие целесообразные сферы применения отдельных видов городского транспорта:

- трамвай – на направлениях с пассажиропотоками до 12-15 тыс. пассажиров;
- троллейбус на направлениях с потоками 6-9 тыс. пассажиров;
- автобус – на направлениях с небольшими, до 4 тыс. пассажиров в час, пассажиропотоками.

При использовании более вместительных автобусов их можно применять и на маршрутах с потоками до 9 тыс. пассажиров.

К основным технико-экономическим показателям работы городского пассажирского общественного транспорта относятся: годовая производительность на одно автобусо-место для проезда сидя и среднесписочный таксомотор.

Производительность автобусо-места (в пасс. км) определяется по формуле:

$$W_c = 365 \cdot \alpha_v \cdot T_n \cdot v_z \cdot \beta \cdot \gamma, \quad (4.1)$$

где  $\alpha_v$  – коэффициент выпуска автомобилей на линию;

$T_n$  – среднее время нахождения подвижного состава в наряде за сутки, час;

$v_z$  – эксплуатационная скорость, км/ч;

$\beta$  – коэффициент использования пробега;

$\gamma$  – коэффициент использования вместимости.

Производительность одного среднесписочного легкового таксомотора определяется по формуле (в платных км)

$$W_d = 365 \cdot \alpha_v \cdot T_n \cdot v_z \cdot \beta. \quad (4.2)$$

Потребность в среднесписочном количестве автобусо-мест определяется на основе данных о пассажирообороте и производительности на одно автобусо-место.

Основным технико-экономическим показателем использования подвижного состава городского электрического транспорта, согласно [12], является среднегодовая производительность инвентарной единицы подвижного состава (в пасс. км)

$$W = 365 \cdot v_3 \cdot h \cdot m \cdot \eta \cdot K_B, \quad (4.3)$$

где  $v_3$  – эксплуатационная скорость, км/ч;

$h$  – среднесуточное количество часов работы единицы подвижного состава на линии, час;

$m$  – вместимость подвижного состава, равная сумме мест для сидения и количеству мест для стоящих пассажиров, определяемого по норме наполняемости – 3 чел./м<sup>2</sup> свободной площади пола салона вагона;

$\eta$  – среднесуточный коэффициент использования вместимости;

$K_B$  – коэффициент использования парка подвижного состава по выпуску.

Эксплуатационная скорость определяется как отношение пройденного транспортным средством пути  $L$  к общему времени нахождения на линии  $T$  (включая время стоянок на промежуточных и конечных пунктах)

$$v_3 = \frac{L}{T}. \quad (4.4)$$

Среднесуточное количество часов работы единицы подвижного состава на линии зависит от часовой неравномерности пассажиропотоков и определяется по формуле

$$h = \frac{1,2}{\alpha}, \quad (4.5)$$

где  $\alpha$  – коэффициент часового максимума, равный отношению

пассажиропотока в часы «пик» к суточному пассажиропотоку.

Среднесуточный коэффициент использования вместимости подвижного состава принимается в пределах 0,30-0,35. При наличии данных обследования  $\eta$  можно определять по формуле:

$$\eta = \frac{K_v}{1,2 \cdot \beta \cdot \gamma}, \quad (4.6)$$

где  $K_v$  – коэффициент, отражающий снижение эксплуатационной скорости в часы «пик» (изменяется в пределах 0,9-1,0);

$\beta$  – коэффициент, учитывающий неравномерность пассажиропотоков по направлениям движения (изменяется от 1,1 до 1,8);

$\gamma$  – коэффициент, учитывающий неравномерность пассажиропотоков по длине маршрута (изменяется от 1,5 до 2,2).

Коэффициент использования парка определяется по формуле:

$$K_v = \frac{D_{дв}}{D_x}, \quad (4.7)$$

или

$$K_v = \frac{D_x - \sum D_{рем}}{D_x \cdot K_{рез}}, \quad (4.8)$$

где  $D_{дв}$  – количество машино\дней в движении;

$D_x$  – количество машино\дней в хозяйстве;

$\sum D_{рем}$  – суммарное время простоя подвижного состава во всех видах ремонта;

$K_{рез}$  – коэффициент, учитывающий резерв технически исправного подвижного состава.

Среднесуточная потребность в подвижном составе определяется:

$$P_{\text{инв}} = \frac{\sum al \cdot K_{\text{сез}} \cdot K_{\text{сут}}}{W}, \quad (4.9)$$

где  $\sum al$  – пассажирооборот, пасс.км;

$K_{\text{сез}}$  – коэффициент, учитывающий сезонную неравномерность пассажиропотоков;

$K_{\text{сут}}$  – коэффициент, учитывающий суточную неравномерность пассажиропотоков.

Вместимость определяется числом мест для сидения и трех стоящих пассажиров на  $1 \text{ м}^2$  свободной площади пола салона.

Определение потребных провозных возможностей необходимо производить не по среднесуточным перевозкам, а по перевозкам в час пик. За основу принимаются утренние часы пик, в которые наблюдается значительно большая концентрация пассажиропотоков по времени. Транспортная подвижность населения в час пик в обычный трудовой день достигает 0,12 суточной величины.

Каждый вид городского пассажирского общественного транспорта имеет различные характеристики, такие, например, как скорость, вместимость, стоимость проезда и т. д. Поэтому эффективной городской транспортной системе нужны различные виды транспорта, и общественного, и личного, тщательно скоординированные и используемые относительные преимущества каждого.

Чтобы составить математическое описание системы организации перевозки пассажиров, необходимо знать закономерность изменения этапов и элементов перевозочного процесса.

В работе [51] полный цикл перевозки на пассажирском транспорте делится на следующие фазы: время поездки одним или несколькими подвижными составами (видами транспорта); время на подъезд к основному виду транспорта; время на подход к остановке транспорта; время ожидания; время на отправление.

В каждом цикле могут участвовать не все перечисленные фазы. Например, отсутствуют затраты времени на подъезды, ожидание и отправление при пользовании индивидуальным транспортом, а также на подход, если имеется собственный гараж в доме или близко от него.

Когда начальный пункт или место назначения поездки отдалены от начального или конечного транспортного пункта основного вида транспорта и расстояние это так велико, что не может быть пройдено пешком, необходимо использовать подвозящий транспорт.

Граница между основным и вспомогательным перемещениями выделяется при междугородных и пригородных перевозках и не всегда отчетлива при городских перевозках.

Для транспортного предприятия безразличен характер поездки пассажира – основной или подвозящий. Статистикой регистрируется только число поездок пассажиров определенным видом транспорта, но не учитывается число поездок от начального до конечного пункта.

В работе [55] затраты времени населения при поездках «от двери до двери» – от места проживания до места работы – подразделяются на следующие фазы: время на подход от дома к остановке; время на ожидание транспортного средства; время поездки, включая пересадки; время на подход от остановки к месту работы.

Фазы – подход от дома к остановке, ожидание транспортного средства и движение от остановки к месту работы – объединяются в понятие «конечная фаза».

Наиболее полно технологический процесс пассажирских перевозок изложен в работах [6, 7, 9]. Основными понятиями теории, характеризующими перемещение людей в городском пространстве, являются понятия передвижения и поездки. Передвижением называется перемещение людей от двери пункта отправления к двери пункта назначения. Передвижения могут быть

простыми, сложными, пешеходными, транспортными и составлять цепочки передвижений. К простым относятся передвижения от двери начального пункта к двери конечного пункта, осуществляемые пешком (без посещения других мест) или в виде беспересадочной транспортной поездки на том или другом виде транспорта (например, на легковом автомобиле).

На пассажирском транспорте передвижение может выполняться за один или несколько транспортных циклов (маршрутных поездок), рис. 2.1. В последнем случае передвижение осуществляется поочередно несколькими подвижными составами одного или разных видов транспорта и называется сложным или составным передвижением. Следует отметить, что пересадочное сообщение не создает на пассажирском транспорте столько проблем, сколько на грузовом, где необходимы перегрузка груза и весьма часто его складирование и хранение. Пересадочное сообщение на пассажирском транспорте значительно проще и совершается быстрее. При соответствующей синхронизации расписания движения сменяемых подвижных составов или видов транспорта время ожидания сводится к минимуму. Как правило, прямое передвижение пассажира одним видом транспорта является предпочтительным.

Поездка – цикл перевозочного процесса, на маршрутном пассажирском транспорте состоит из следующих этапов: подход к остановке транспорта; посадка в подвижной состав; движение на подвижном составе; выход из транспортного средства; движение пешком до конечного пункта.

Следует отметить, что на различных видах транспорта эти технологические этапы протекают по-разному. Так, при таксомоторных перевозках существуют три технологические схемы: перевозка пассажиров заказными такси, автомобилями-такси и маршрутными такси.



Рис. 4. 6. Улица Мира. Одна из самых оживленных улиц города

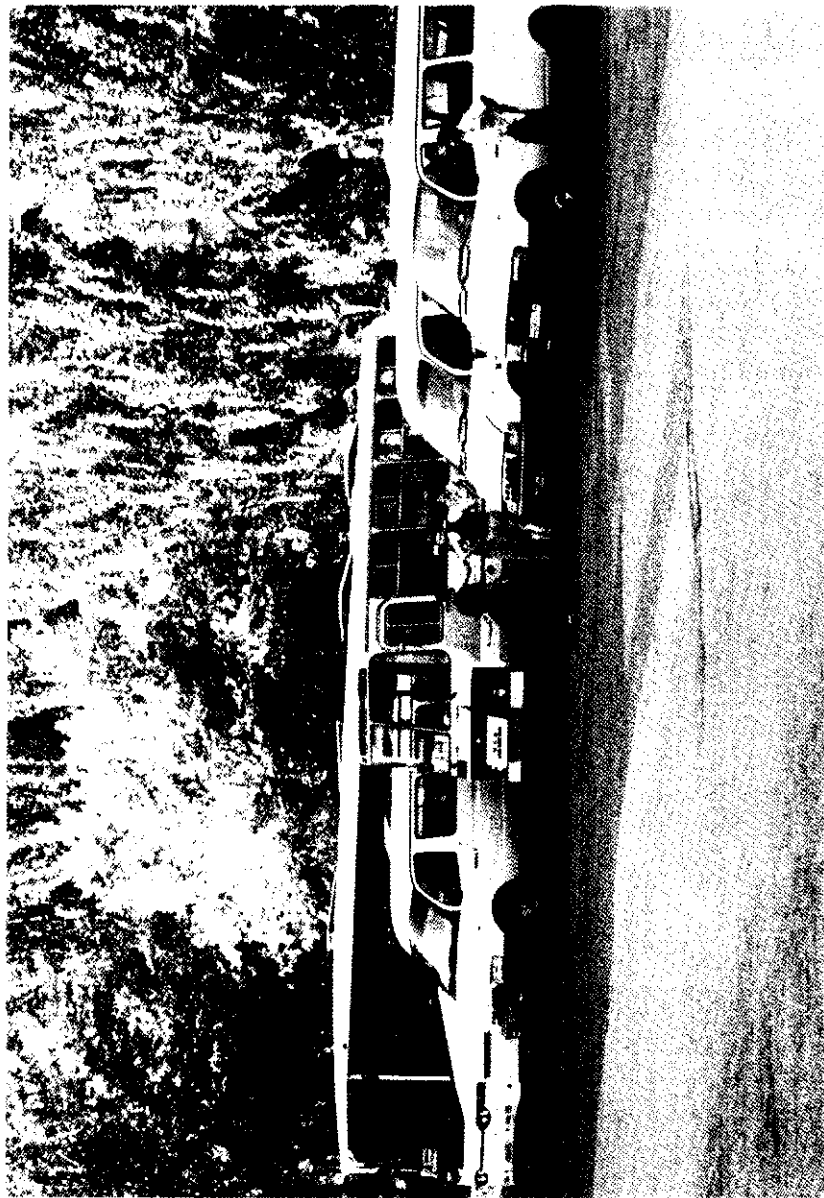


Рис. 4. 8. Плошаль Строителей. Конечная остановка маршрута № 14

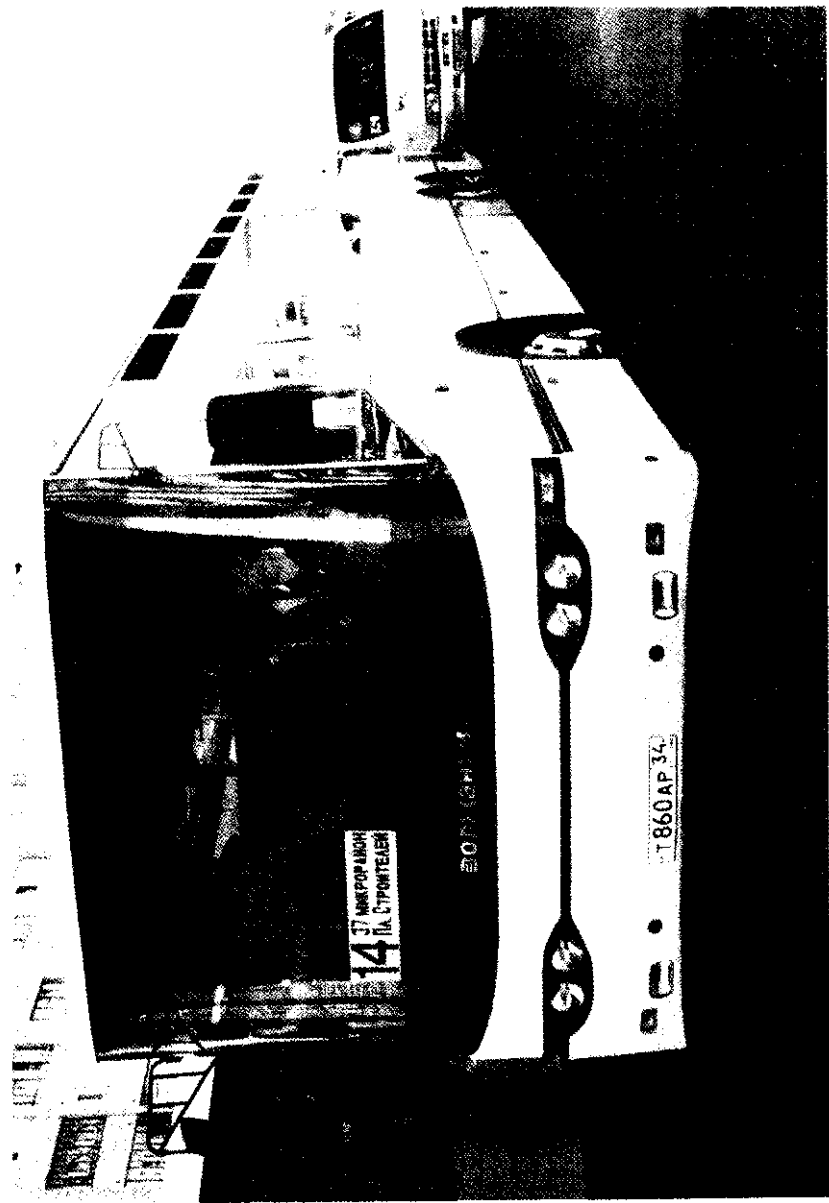


Рис. 4. 9. Автобус «Волжанин-6270», первый в России 15-метровый автобус на шасси «Scania»



Рис. 4. 16. Конечная остановка маршрута № 114



Рис. 4. 22. Трамвайная остановка «Ул. Мира»

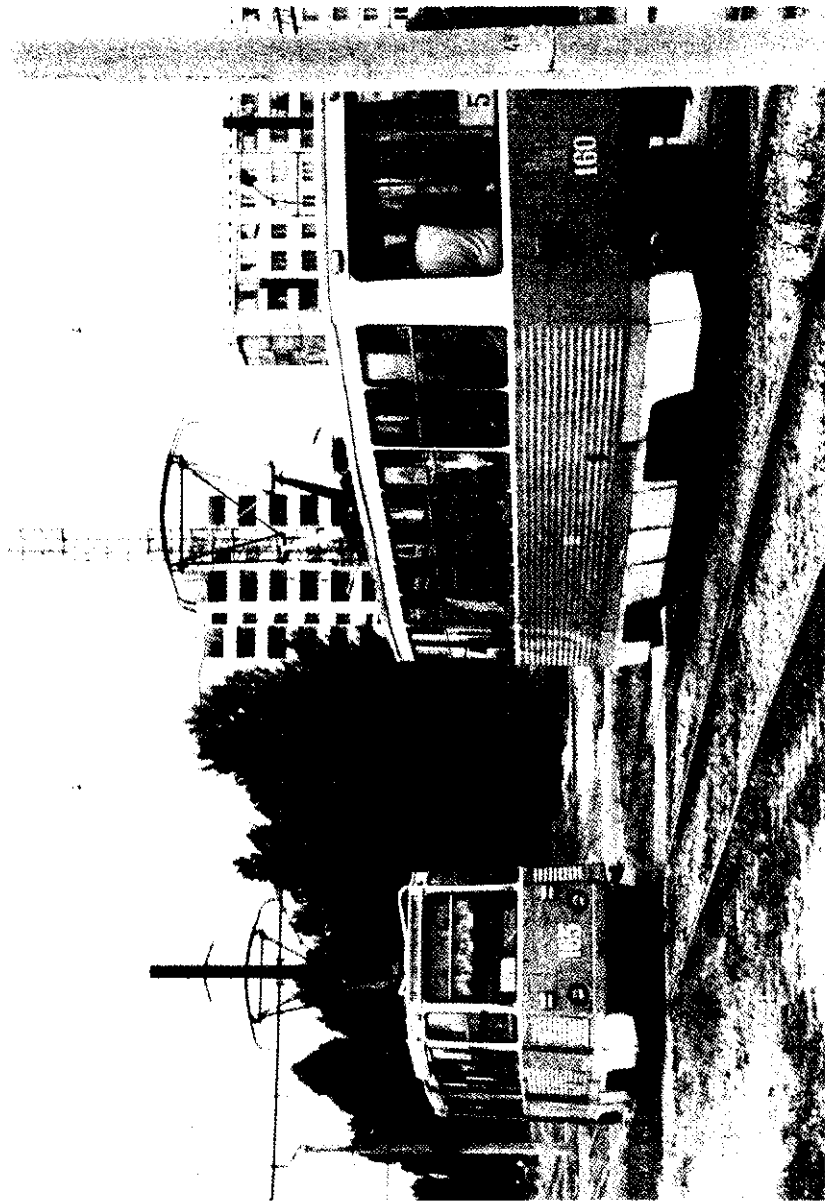


Рис. 4, 23. Трамвайные маршруты № 4 и № 5 связывают новую часть города с промзоной



Рис. 4.27. Маршрутные такси в ожидании пассажиров (часы спада пассажиропотока)

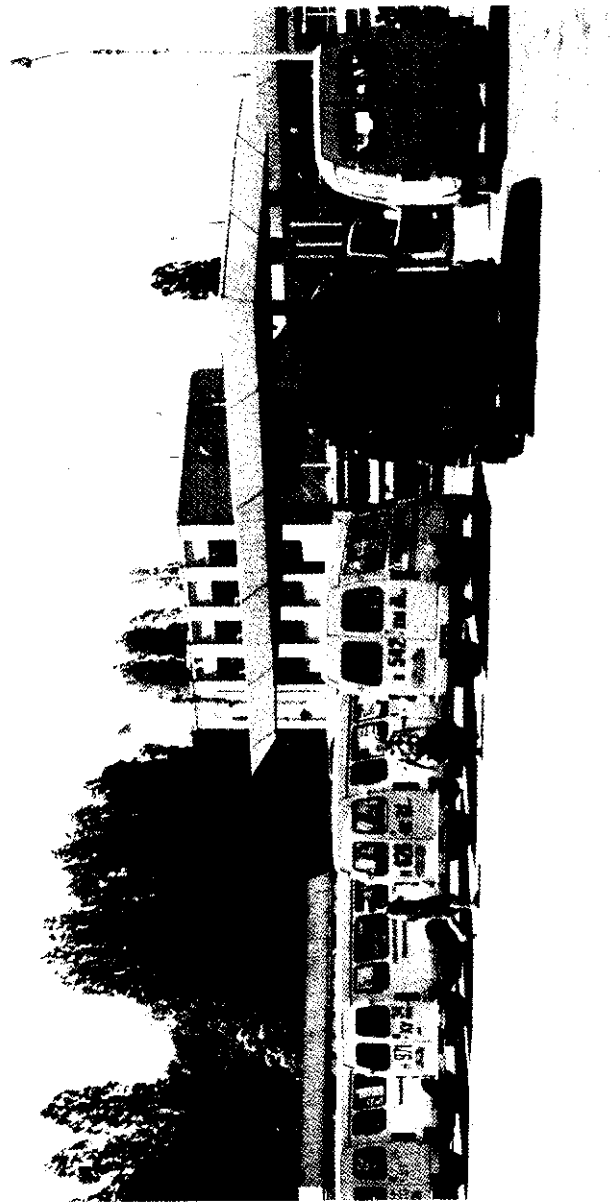


Рис. 4.31. Автовокзал. Волжского. Маршрутные такси в ожидании времени отправления

Перевозочный процесс пассажиров заказными такси включает в себя: подачу такси к дому, посадку в такси, передвижение в такси и выход в месте назначения.

Перевозочный процесс пассажиров автомобилями-такси состоит из: движения пешком к стоянке такси, ожидания, посадки в такси, перемещения в такси и выходе в месте назначения.

При маршрутных таксомоторных перевозках перевозочный процесс включает в себя элементы – движение пешком к стоянке такси, посадка в такси, выход из маршрутного такси и движение пешком к месту назначения. При этом расстояние движения пешком до места назначения может быть сокращено по сравнению с автобусными перевозками за счет использования «остановки по требованию».

Подход к средствам транспорта пешим ходом, как было указано в главе 2, необходим в следующих случаях: если начальное место поездки отдалено от места начала передвижения; когда место окончания поездки отдалено от места назначения; при смене подвижного состава, когда место окончания перемещения предыдущим подвижным составом отдалено от места начала перемещения следующим подвижным составом. В этих случаях подход пешим ходом является дополнительным элементом перевозочного процесса. Однако движение пешим ходом может иметь характер замены поездки, если возможность использования транспортных средств по каким-либо причинам отсутствует и пассажир вынужден преодолевать расстояние, отделяющее место начала или конца поездки, до ближайшего транспортного пункта пешим ходом.

Для оценки качества обслуживания территории города транспортом используют понятие пространственного удаления. Если, например, пешеходы могут перемещаться по территории одинаково свободно во всех направлениях, то концентрические окружности с центром в исходном пункте показывают расстояния,

которые должны быть пройдены до отдельных пунктов (рис. 4.2) . Концентрические окружности на карте наносятся обычно на расстоянии 100 м.

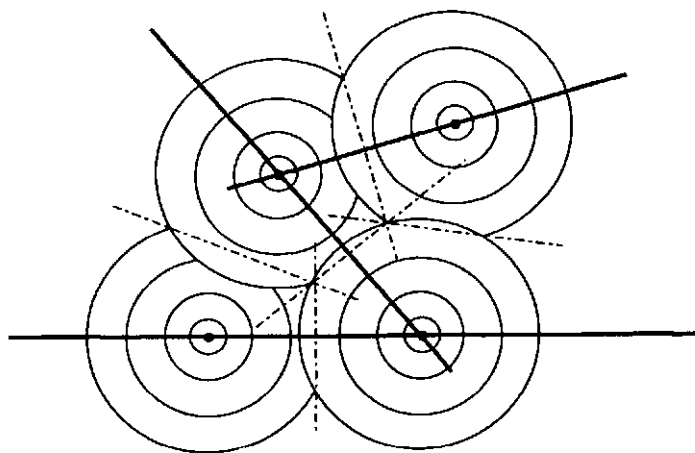


Рис. 4.2. Схема определения расстояния от места жительства населения до остановки:

- — — — — маршрутная сеть;
- — остановки транспорта

На так называемой транспортной территории находится сеть транспортных путей, поэтому достичь любого пункта поверхности из исходного пункта по прямой линии невозможно. Однако вычислениями можно установить, на сколько процентов действительные пути в среднем длиннее прямых соединений.

Если расстояние по прямой равно  $r$ , то путь в одном из направлений, например, с востока на запад, будет равен  $r \cdot \sin \alpha$ , а путь в другом направлении, с юга на север –  $r \cdot \cos \alpha$ , причем,  $\alpha$  является углом между вектором  $r$  и северным направлением.

Таким образом, искомая зависимость выразится в виде:

$$E = \frac{r(\cos \alpha + \sin \alpha)}{r} = \cos \alpha + \sin \alpha . \quad (4.10)$$

Предполагая круговую граничную линию транспортной траектории, среднее значение всех  $E$  определяется:

$$E = \int_0^{\pi/4} (\cos \alpha + \sin \alpha) d\alpha = 1,13 . \quad (4.11)$$

Таким образом, расстояние по прямой умножается на коэффициент 1,13.

В результате произведенных расчетов был построен график распределения расстояния до автобусных остановок в г. Волжском (рис. 4.3).

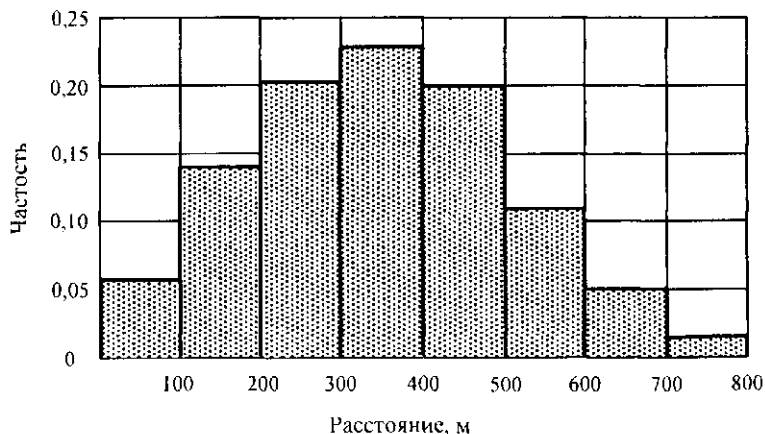
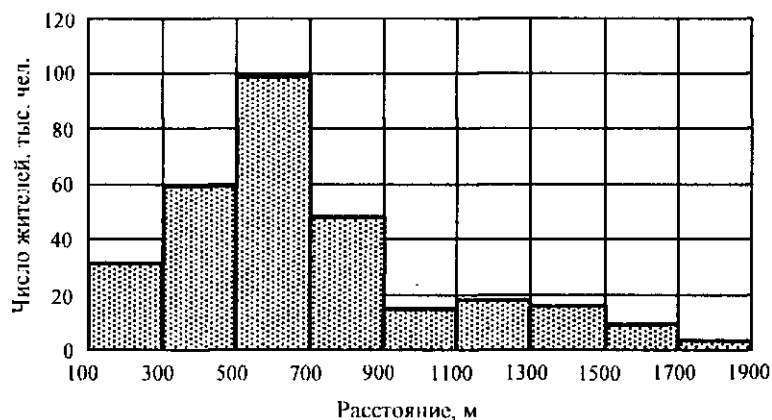


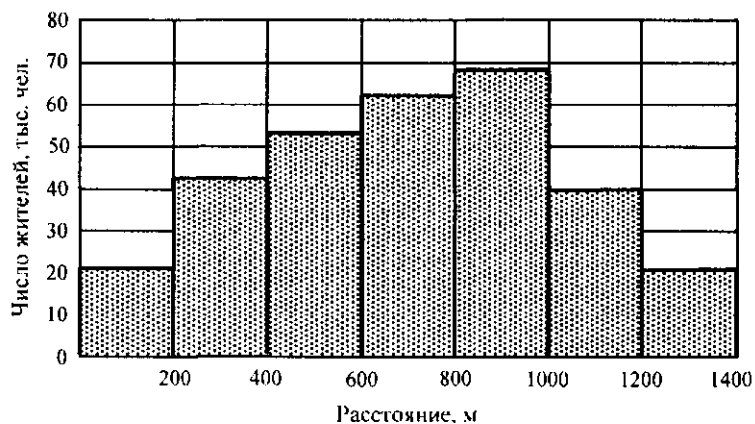
Рис. 4.3. Распределение расстояния от места жительства до автобусной остановки

Анализ графика показывает, что около 80% населения проживает на расстоянии до 500 метров от остановки автобуса.

Такая методика использовалась в работе и для определения расстояния до торговых центров города и других центров тяготения (рис. 4.4).



*a*



*б*

Рис. 4.4. Распределение расстояния от места жительства до:  
а – аптек;  
б – торговых центров

Продолжительность времени или расстояние, до которого человек предпочитает движение пешим ходом проезду на транспорте, характеризуется как критическое и обычно принимается 15 мин. или 1 км. Преодоление пешим ходом расстояния в 1 км не слишком утомительно, а потерянное на это время не слишком чувствительно.

Продолжительность этапа посадки в подвижной состав связана с ожиданием транспорта и определяется так:

$$t_{\text{пос}} = t_{\text{ож}} + t_{\text{ос}}, \quad (4.11)$$

где  $t_{\text{пос}}$  – продолжительность посадки в подвижной состав, мин.;  
 $t_{\text{ож}}$  – продолжительность ожидания подвижного состава, мин.;  
 $t_{\text{ос}}$  – продолжительность простоя автобуса на промежуточной остановке, мин.

В реальных условиях интервал движения автобусов на маршруте является вероятностной величиной, распределенной согласно закону нормального распределения

$$f(t_{\text{и}}) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t_{\text{и}} - t_{\text{и}}^{\text{ср}})^2}{2\sigma^2}}, \quad (4.13)$$

где  $f(t_{\text{и}})$  – плотность распределения вероятности отклонения случайной величины  $t_{\text{и}}$  от математического ожидания  $t_{\text{и}}^{\text{ср}}$ ;

$\sigma$  – среднеквадратическое отклонение величины  $t_{\text{и}}$  от математического ожидания  $t_{\text{и}}^{\text{ср}}$ .

Рейсы автобусов и других маршрутных транспортных средств можно считать регулярными, если коэффициент вариации находится в пределах  $\pm 0,2(\sigma/t_{\text{и}}^{\text{ср}})$ . Рейсы с отклонениями,

превышающими эти нормальные значения, считаются нерегулярными. В этом случае, фактический интервал между единицами подвижного состава, а следовательно, и время ожидания пассажиров подвижного состава определяют по формуле:

$$t_{\text{ож}} = \frac{\lambda}{\mu^2} \cdot \left[ \frac{\mu^2 \cdot D(t_{\text{и}}) + 1}{2 \cdot (1 - \rho)} \right], \quad (4.14)$$

где  $\lambda$  – интенсивность прибытия пассажира на остановку;  
 $\rho$  – приведенная плотность потока прибывающих пассажиров;  
 $D(t_{\text{и}})$  – дисперсия интервала времени прибытия подвижного состава;  
 $\mu$  – интенсивность прибытия на остановку подвижного состава.

Кроме величины среднеквадратического отклонения интервала движения от его математического ожидания, на время ожидания пассажиром подвижного состава влияет фактическое наполнение подвижного состава. В переполненный подвижной состав посадка пассажира может не состояться. В этом случае

$$t_{\text{ож}} \approx \frac{\lambda}{\mu^2} \cdot \left[ \frac{\mu^2 \cdot D(t_{\text{и}}) + 1}{2 \cdot (1 - \rho)} \right] + P_{\text{отк}} \cdot t_{\text{и}}, \quad (4.15)$$

где  $P_{\text{отк}}$  – вероятность отказа пассажиру в посадке в подошедший подвижной состав.

Вероятность отказа пассажиру в посадке в подошедший подвижной состав зависит от пассажирооборота остановочного пункта. Пассажирооборот остановочного пункта – это отношение числа пассажиров, вошедших на остановке в автобус, к используемой вместимости единицы подвижного состава.

Движение на подвижном составе является самым существенным этапом перевозочного цикла. Основными факторами, влияющими на продолжительность передвижения, являются: расстояние поездки, скорость сообщения, качество перевозки (надежность, регулярность, ритмичность, точность и др.).

На среднюю продолжительность поездки пассажира существенное влияние оказывают размеры и планировочные решения города. С учетом размеров городов увеличивается дальность поездки пассажира. С учетом этих факторов средняя дальность поездки пассажира связана с площадью и планировкой города следующей приближенной зависимостью:

$$l_{\text{еп}} = 1,2 + 0,258 \cdot K \cdot \sqrt{F}, \quad (4.17)$$

где  $l_{\text{еп}}$  – средняя дальность поездки пассажира, км;

$K$  – коэффициент планировочной структуры города;

$F$  – площадь территории города, км<sup>2</sup>.

Средняя длина поездки на транспорте является одним из показателей, определяющих выбор того или иного вида транспорта, особенно скоростного.

Затраты времени на транспортное движение определяются длиной поездки и скоростью сообщения транспорта:

$$t_{\text{д}} = \frac{l_{\text{еп}}}{v_{\text{с}}}, \quad (4.18)$$

где  $t_{\text{д}}$  – время движения, ч;

$l_{\text{еп}}$  – длина поездки, км;

$v_{\text{с}}$  – скорость сообщения, км/ч.

Как показывают проводимые наблюдения, непосредственно на передвижение затрачивается 35-40% времени, на ожидание транспортных средств - 15-25%, на подход к остановочным пунктам и от них к месту назначения поездки - 35-50%.

#### 4.1. Городские автобусные перевозки

Автобусный подвижной состав наиболее простой вид городского пассажирского общественного транспорта. Он не требует значительных затрат на специальные транспортные устройства (контактной сети, устройства для снабжения электроэнергией, рельсовых путей), сроки введения в эксплуатацию небольшие, можно оперативно изменять маршруты, быстро организовывать в больших объемах перевозки для разово возникших потребностей. Может эксплуатироваться на улицах с переходными типами дорожных покрытий. Может осваивать пассажиропотоки от 200 до 4500 чел./час. Это позволяет создавать в городах разветвленную сеть маршрутов с плотностью до 3 км/км<sup>2</sup>. Используется как основной, так и как подвозящий вид транспорта. Широко используется в пригородном сообщении.

По сравнению с другими видами транспорта требует меньших капиталовложений. Может использоваться как экспрессный транспорт в сочетании с обычными маршрутами, что невозможно для других видов транспорта без дополнительных устройств.

Недостатками автобусного подвижного состава являются: загрязнение воздушного бассейна городов отработанными газами и продуктами износа шин; большие эксплуатационные расходы; низкая надежность работы подвижного состава; большая степень напряженности труда водителей; необходимость ежедневной заправки топливом; повышенный уровень шума и др.

Весь городской пассажирский общественный транспорт принадлежит муниципальному предприятию - автоколонне № 1732, которая занимается непосредственным выпуском подвижного состава на линию, распределением его по маршрутам и т.д. По существующим нормам срок службы автобусов и троллейбусов составляет от 9 до 12 лет непрерывной эксплуатации. За это время

подвижной состав должен иметь пробег около 600 тыс. км. Средний возраст подвижного состава городского пассажирского общественного транспорта приведен на рис. 4.7.

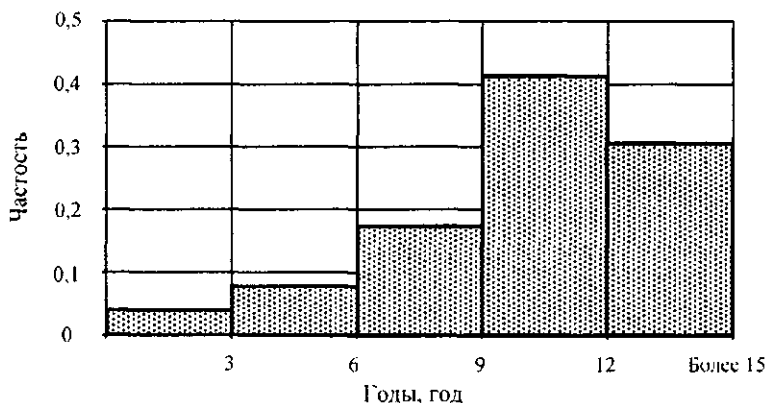


Рис. 4.7. Распределение среднего возраста подвижного состава

Необходимо учитывать, что условия эксплуатации подвижного состава весьма тяжелые: постоянные перегрузки, низкое качество дорожного покрытия, дожди, грязь, песко-соляно-снежная «каша» и др.

Финансовое состояние автоколонны № 1732, как и других номерных автоколонн войскового типа России, неудовлетворительно. Необходимы срочные решения на государственном уровне, в частности, целевое финансирование обновления парка подвижного состава и мобилизационной подготовки.

Автоколонна № 1732 осуществляет перевозки пассажиров не только по городу, но и за пределы городской черты (пригородные, междугородные и международные перевозки). Для лучшего удовлетворения потребностей населения в перевозках в автоколонне имеется подвижной состав различной вместимости.

В табл. 4.11 приведены данные о численности подвижного состава, занятого на городских перевозках.

Таблица 4.11

**Численность подвижного состава автоколонны № 1732, занятого на городских перевозках, по состоянию на 1 января 2001 г.**

| Марка подвижного состава | Число подвижного состава, ед. | Общая вместимость, пас. |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| ПАЗ-672                  | 2                             | 37                      |
| ПАЗ-3205                 | 7                             | 26                      |
| ЛиАЗ-677                 | 14                            | 80                      |
| ЛиАЗ-5256                | 29                            | 110                     |
| Икарус-280               | 104                           | 115                     |
| Волжанин-5270            | 2                             | 120                     |

В 1993 г. была принята программа по сборке ликинских автобусов в г. Волжском на базе автоколонны № 1732 из привозных комплектующих. За короткое время появившиеся контакты с зарубежными производителями MAN, Caterpillar, Scania и другими позволили организовать выпуск качественных автобусов: городского типа «Волжанин-5270»; пригородного типа «Волжанин-52701»; междугородный автобус – «Волжанин-52702»; междугородный автобус для дальних туристических маршрутов – «Волжанин-5268».

В 2001 году производство автобусов «Волжанин», созданное на базе автоколонны № 1732, получило разрешение на изготовление первой партии (пять единиц) 15-метровых автобусов городского класса. Техническая характеристика автобуса «Волжанин-6270»:

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| габариты, мм      | 14950×2470×3150; |
| колесная база, мм | 7380/1300;       |
| число дверей      | 1+1+1;           |
| сидячих мест      | 44+1;            |
| стоячих мест      | 92;              |
| полная масса, кг  | 25500;           |

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| модель двигателя            | DSC 915801; |
| мощность, л. с.             | 320;        |
| максимальная скорость, км/ч | 100.        |

Из-за отсутствия качественных комплектующих агрегатов и узлов отечественного производства на автобусы «Волжанин-6270» установлены шасси и двигатель шведской фирмы Scania, немецкая пятиступенчатая коробка передач ZF. Импортные обогреватели обеспечили независимое отопление водительской кабины и обогрев зеркал заднего вида. Автобус оборудован четырьмя автономными тормозными системами, включая систему аварийного растормаживания. По мнению зарубежных специалистов, у автобуса «Волжанин-6270» неплохие перспективы на внутреннем рынке СНГ.

Главная причина сокращения численности подвижного состава в г. Волжском – старение парка автобусов.

В табл. 4.12 и на рис. 4.10 приведены технико-эксплуатационные показатели работы подвижного состава.

Таблица 4.12

**Технико-эксплуатационные показатели работы  
городского автобусного парка**

| Показатель                      | Изменение показателя по годам |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                 | 1990                          | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
| Коэффициент использования парка | 0,80                          | 0,71 | 0,71 | 0,74 | 0,72 | 0,66 | 0,69 | 0,71 | 0,61 | 0,71 | 0,64 |
| Время в наряде, ч.              | 10,2                          | 11,0 | 11,0 | 11,2 | 9,6  | 9,4  | 9,1  | 9,2  | 6,7  | 6,9  | 8,8  |
| Эксплуатационная скорость, км/ч | 20,2                          | 19,6 | 19,2 | 19,7 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,7 | 20,7 | 20,5 | 20,4 |

Приведенные данные показывают, что коэффициент использования парка в 2000 г. по сравнению с 1990 г. снизился на 20%,

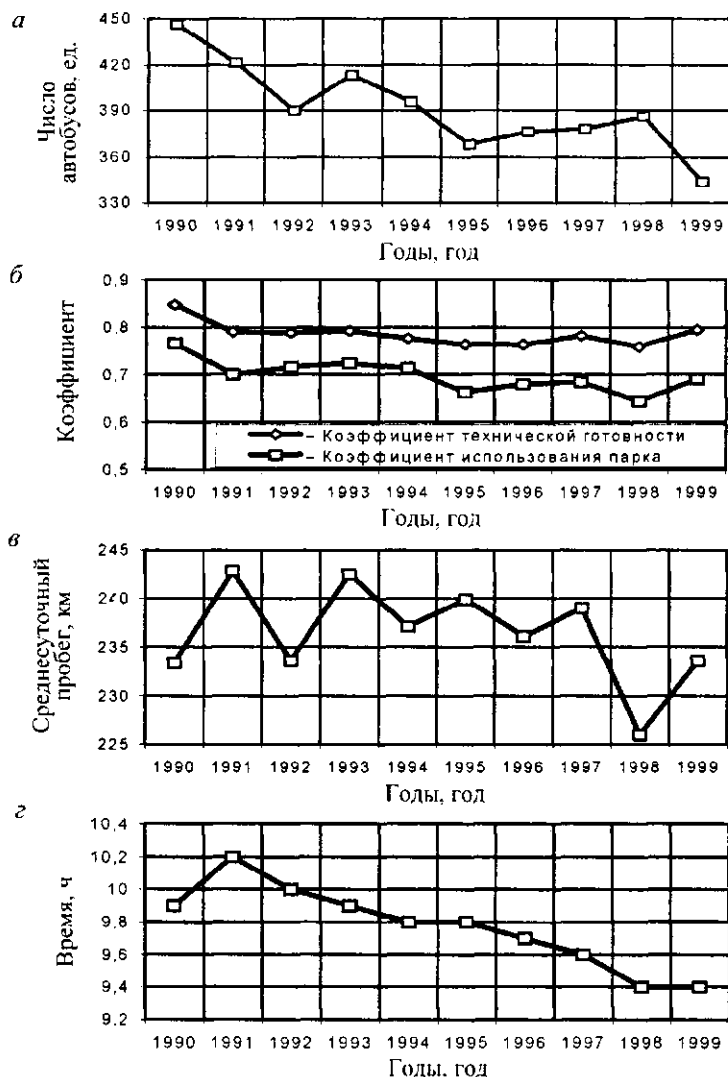


Рис. 4.10. Изменение технико-эксплуатационных показателей работы городского пассажирского общественного транспорта по годам:

а – инвентарного числа автобусов; б – коэффициентов

технической готовности и использования парка;

в – среднесуточного пробега; г – времени в наряде

время в наряде снизилось почти на 14%, и только на 1% повысилась эксплуатационная скорость.

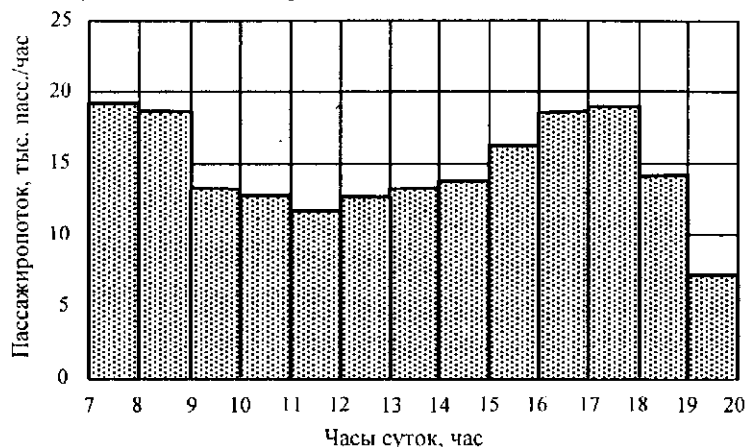


Рис. 4.11. Распределение суммарного пассажиропотока на основных городских маршрутах г. Волжского, по часам суток (лето 1999 г.)

Совершенствование существующей транспортно-маршрутной сети связано с изменением маршрутов, режима работы подвижного состава, реконструкции отдельных участков сети, применения более современных видов подвижного состава, лучших форм организации эксплуатации средств городского пассажирского общественного транспорта.

В 2001 г. на одном из городских маршрутов, на котором параллельно работали автобусы и маршрутные такси, был проведен эксперимент.

Целью эксперимента ставилось определить потребное количество автобусов на маршруте, которое позволило бы совместить интересы автоколонны и обслуживаемых пассажиров. С одной стороны, в интересах автоколонны выпускать на маршрут столько автобусов, сколько нужно, чтобы получать максимальный объем доходов, а с другой стороны, в интересах пассажиров

передвигаться в подвижном составе с комфортом и с минимальным временем ожидания на остановках посадки в подвижной состав.

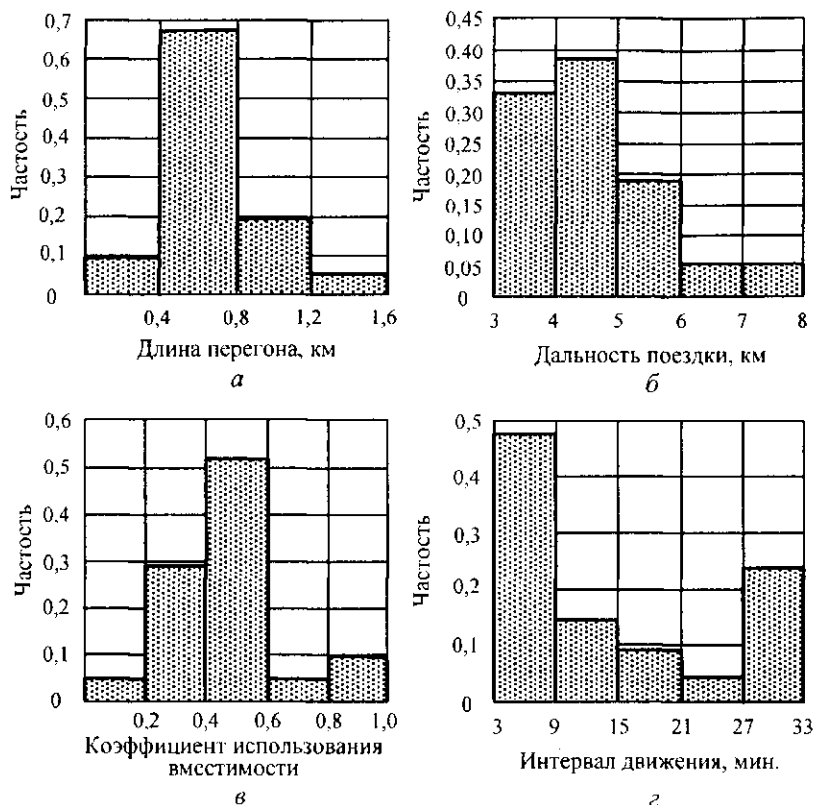


Рис. 4.12. Распределение технико-эксплуатационных показателей городских маршрутов:  
а – длины перегона; б – средней дальности поездки пассажира; в – коэффициента использования вместимости; г – интервала движения подвижного состава

Суть эксперимента заключалась в следующем: на протяжении трех месяцев (февраль, март, апрель) в намеченные дни необходимо было выпускать на линию фиксированное количество автобусов: сначала пять, затем шесть, семь, ..., десять и

одиннадцать. При этом каждый день учитывалось общее количество перевезенных пассажиров, сумма выручки, а также производительность одного автобуса и средний доход на один автобус.

Анализ работы автобусов на этом маршруте в январе показал (табл. 4.13-4.14), что примерно одинаковые доходы от перевозок пассажиров по дням недели наблюдаются в понедельник, четверг и субботу. Эти дни и были приняты для учета результатов проведения эксперимента.

*Таблица 4.13*

**Объем доходов по дням недели до эксперимента**

| Показатель   | Изменение показателя по дням недели |         |       |         |         |         |             |
|--------------|-------------------------------------|---------|-------|---------|---------|---------|-------------|
|              | Понедельник                         | Вторник | Среда | Четверг | Пятница | Суббота | Воскресенье |
| Доходы, руб. | 3052                                | 3300    | 3603  | 3037    | 2335    | 3048    | 2338        |

*Таблица 4.14*

**Объем перевозок пассажиров по дням недели до эксперимента**

| Показатель             | Изменение показателя по дням недели |         |       |         |         |         |             |
|------------------------|-------------------------------------|---------|-------|---------|---------|---------|-------------|
|                        | Понедельник                         | Вторник | Среда | Четверг | Пятница | Суббота | Воскресенье |
| Объем перевозок, пасс. | 4273                                | 4455    | 5044  | 4100    | 3503    | 4724    | 3624        |

Полученные данные представлены в табл. 4.15-4.18 и на рис. 4.13.

*Таблица 4.15*

**Объем перевозок пассажиров в зависимости от числа работающих на маршруте автобусов**

| Дни эксперимента | Объем перевозок в зависимости от числа автобусов, пасс. |      |      |      |      |      |      |
|------------------|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                  | 5                                                       | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| Понедельник      | 3913                                                    | 4056 | 4222 | 5200 | 6412 | 6480 | 6721 |
| Четверг          | 3588                                                    | 3888 | 4074 | 4690 | 5720 | 5760 | 5834 |
| Суббота          | 4305                                                    | 4830 | 4860 | 5970 | 7690 | 8740 | 8800 |

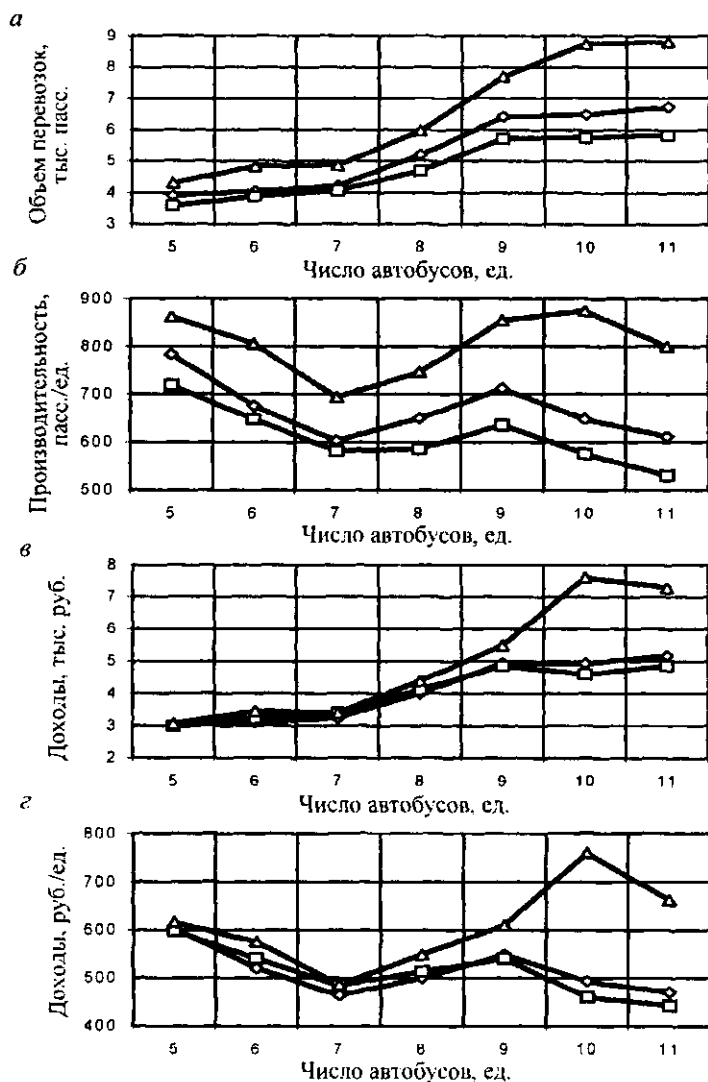


Рис. 4.13. Влияние числа работающих автобусов на:  
 а – объем перевозок; б – производительность  
 одного автобуса; в – объем получаемых доходов;  
 г – доходы одного автобуса:  
 —◇— — понедельник; —□— — четверг; —△— — суббота

Анализ данных табл. 4.15 показывает, что увеличение числа автобусов на маршруте приводит к увеличению общего объема перевозок по всем дням эксперимента. Причем, с увеличением числа автобусов с 5 до 7 ед. объем перевозок увеличивается незначительно, что связано с тем, что увеличение на 2 ед. подвижного состава на маршруте для пассажиров остается незамеченным, и значительного переключения объема пассажиропотока с маршрутных такси на автобусы не происходит.

Увеличение числа автобусов на маршруте до 8, 9, 10 ед. приводит к увеличению объема перевозок. Дальнейшее увеличение числа автобусов оказывает незначительное влияние на рост объема перевозок. При этом так называемое насыщение происходит в понедельник и четверг при использовании девяти автобусов, а в субботу - при десяти.

В табл. 4.16 представлены данные о средней производительности единицы подвижного состава в зависимости от числа автобусов, работающих на маршруте.

Таблица 4.16

**Производительность единицы подвижного состава  
в зависимости от числа работающих на маршруте автобусов**

| Дни<br>эксперимента | Производительность одного автобуса. пасс./ед. |     |     |     |     |     |     |
|---------------------|-----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                     | 5                                             | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  |
| Понедельник         | 783                                           | 676 | 603 | 650 | 712 | 648 | 611 |
| Четверг             | 718                                           | 648 | 582 | 586 | 636 | 576 | 530 |
| Суббота             | 861                                           | 805 | 694 | 746 | 854 | 874 | 800 |

Производительность одного автобуса имеет максимальные значения соответственно при использовании пяти, девяти или десяти (в зависимости от дня недели) автобусов (см. табл. 4.16 и рис. 4.13). В общем случае разброс этой величины составляет примерно 100 пассажиров от средней величины.

В табл. 4.17 представлены объемы доходов, получаемых на маршруте в зависимости от числа работающих автобусов.

Таблица 4.17

**Объемы доходов, получаемых в зависимости  
от числа работающих на маршруте автобусов**

| Дни<br>эксперимента | Объемы получаемых доходов, руб. |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 5                               | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| Понедельник         | 3010                            | 3120 | 3248 | 4000 | 4932 | 4930 | 5170 |
| Четверг             | 2990                            | 3240 | 3395 | 4112 | 4860 | 4600 | 4862 |
| Суббота             | 3075                            | 3450 | 3402 | 4384 | 5490 | 7600 | 7282 |

Анализ данных табл. 4.17 и рис. 4.13 показывает, что аналогично объемам перевозок изменяются и объемы получаемых доходов. Сначала они растут медленно, потом резко возрастают и далее остаются постоянными.

В табл. 4.18 представлены данные об объемах доходов, приходящихся на один автобус, в зависимости от числа работающих на маршруте автобусов.

Таблица 4.18

**Объемы доходов, приходящиеся на один автобус, в зависимости  
от числа работающих на маршруте автобусов**

| Дни<br>эксперимента | Доходы на один автобус, руб./ед. |     |     |     |     |     |     |
|---------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                     | 5                                | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  |
| Понедельник         | 602                              | 520 | 464 | 500 | 548 | 493 | 470 |
| Четверг             | 598                              | 540 | 485 | 514 | 540 | 460 | 442 |
| Суббота             | 615                              | 575 | 486 | 548 | 610 | 760 | 662 |

В табл. 4.18 приведены доходы, приходящиеся на один автобус. При увеличении числа автобусов (с 5 до 7 ед.) доходы сначала уменьшаются, затем начинают возрастать до пика (в понедельник и четверг при 9 автобусах, в субботу при 10 автобусах) и далее начинают убывать (рис. 4.13).

В понедельник и четверг максимальный доход наблюдается при использовании пяти и девяти автобусов, в субботу при использовании десяти автобусов.

При увеличении числа используемых автобусов на линии интервал движения сокращается, сокращается и время ожидания пассажирами автобуса, увеличивается комфортность поездки. Так как стоимость проезда в общественном транспорте ниже маршрутных такси, то происходит переключение пассажиров с маршрутных такси на автобус. В результате возрастает доля платных пассажиров, следовательно, возрастает доход автоколонны, получаемый от перевозок.

Проведенный эксперимент позволил определить рациональное число автобусов на маршруте: в будние дни – девять, а в субботу – десять автобусов.

#### **4.2. Пригородные автобусные перевозки**

Автобусные пригородные маршрутные перевозки осуществляются в г. Волжском по постоянным и временным маршрутам. К постоянным относятся маршруты, по которым движение автобусов осуществляется в течение всего года. К временным – маршруты, по которым движение автобусов происходит в течение определенного периода года в зависимости от складывающихся пассажиропотоков.

На каждый пригородный автобусный маршрут составляется паспорт. Паспорт маршрута – документ, характеризующий трассу маршрута с указанием линейных и дорожных сооружений, определяющий путь следования, наличие остановочных пунктов, характеристику дороги, выполнение основных эксплуатационных показателей, тарификацию маршрута. В паспорте маршрута приводятся: схема маршрута, акт замера протяженности маршрута; таблица расстояний между остановочными пунктами маршрута;

характеристика автопавильонов, станций автовокзалов, диспетчерских пунктов, время начала и окончания движения автобусов по периодам суток и дням недели; время начала и окончания работы основных предприятий, расположенных вблизи маршрута.

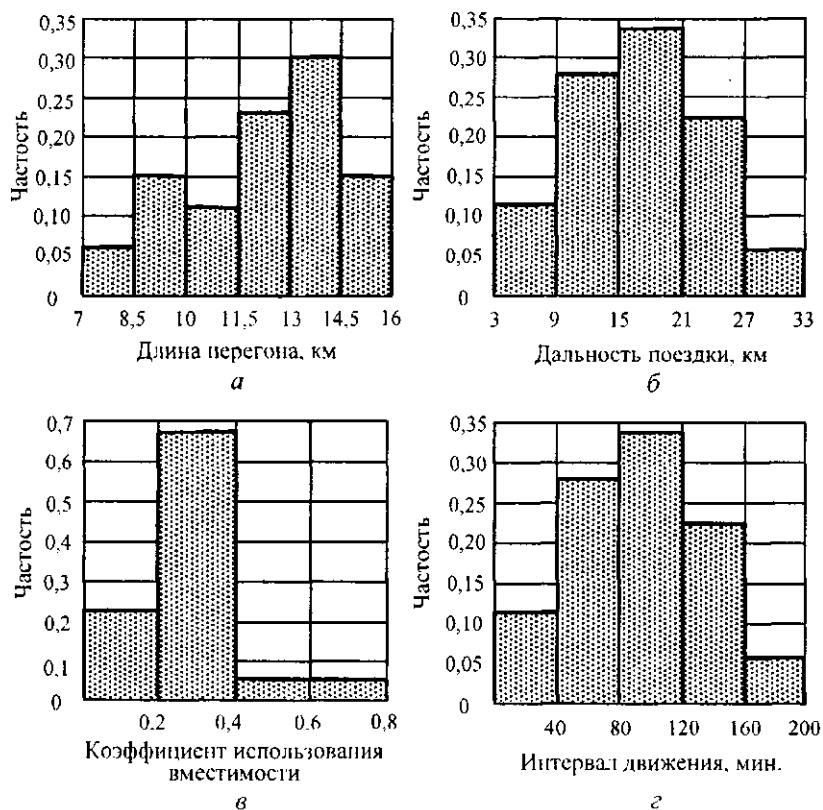


Рис. 4.14. Распределение технико-эксплуатационных показателей пригородных маршрутов:  
 а – длины перегона; б – средней дальности поездки пассажира; в – коэффициента использования вместимости; г – интервала движения подвижного состава

Проведенный анализ показал, что на долю пригородных автобусных перевозок приходится от 7 до 11% пассажиров.

Характеристика маршрутной сети пригородных перевозок по состоянию на 2001 год приведена в табл. 4.19.

Таблица 4.19

**Характеристика маршрутной сети пригородных автобусных перевозок в г. Волжском**

| Показатель                                 | Изменение показателя по годам |       |       |       |       |      |      |       |       |       |       |
|--------------------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|                                            | 1990                          | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995 | 1996 | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  |
| Длина маршрутной сети, км                  | 714                           | 792   | 797   | 812   | 852   | 956  | 908  | 848   | 840   | 824   | 818   |
| Средняя длина маршрута, км                 | 31                            | 37,7  | 36,2  | 32,5  | 32,8  | 35,4 | 35   | 33,9  | 33,6  | 34,3  | 32,7  |
| Количество маршрутов, ед.                  | 23                            | 21    | 22    | 25    | 26    | 27   | 26   | 25    | 25    | 24    | 25    |
| Среднее расстояние перевозки пассажира, км | 15,9                          | 15,5  | 18,6  | 18,9  | 17,7  | 18,6 | 20,2 | 20,6  | 20,4  | 20,2  | 16,9  |
| Пассажиропоток, тыс. пасс.                 | 12653                         | 12800 | 10724 | 10700 | 10165 | 7318 | 6839 | 10470 | 10751 | 10851 | 10869 |

Пассажиропоток на пригородных маршрутах по месяцам года имеет определенную неравномерность. Увеличение пассажиропотока в марте, апреле и мае связано с началом дачного сезона. Спад пассажиропотока в июле и августе связан с летними отпусками населения, работающего в городе, а также каникулами студентов и учащихся. В табл. 4.21 приведены данные о себестоимости 1 км пробега различных моделей автобусов и маршрутных такси на пригородных перевозках.

Таблица 4.20

**Изменение величины пассажиропотока  
по месяцам года**

| Показатель                 | Изменение показателя по месяцам года |         |       |        |       |       |       |        |          |         |        |         |
|----------------------------|--------------------------------------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|----------|---------|--------|---------|
|                            | Январь                               | Февраль | Март  | Апрель | Май   | Июнь  | Июль  | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь |
| Пассажиропоток, тыс. пасс. | 899,9                                | 897,2   | 946,5 | 971,3  | 970,0 | 952,2 | 799,8 | 794,5  | 857,8    | 932,5   | 902,5  | 927,1   |

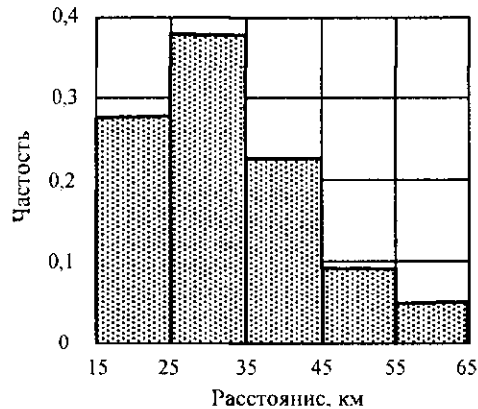


Рис. 4.15. Распределение длины пригородных автобусных маршрутов в г. Волжском

Чтобы определить принципиальное отличие городских и пригородных автобусных маршрутов, проведен анализ 18 постоянных пригородных и 21 основного городского маршрутов. Данные анализа приведены в табл. 4.22-4.25.

Таблица 4.21

## Себестоимость перевозок пассажиров в пригородном сообщении

| Статьи затрат                         | Распределение затрат по маркам подвижного состава |      |           |      |           |      |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------|------|-----------|------|-----------|------|
|                                       | Икарус-260                                        |      | ЛиАЗ-5256 |      | ГАЗ-32213 |      |
|                                       | руб./км                                           | %    | руб./км   | %    | руб./км   | %    |
| Затраты на топливо                    | 3,76                                              | 25,3 | 4,32      | 46,4 | 1,23      | 50   |
| Затраты на смазочные материалы        | 0,18                                              | 1,2  | 0,21      | 2,2  | 0,06      | 2,4  |
| Затраты по износу и ремонту шин       | 0,40                                              | 2,7  | 0,40      | 4,3  | 0,13      | 5,3  |
| Затраты на запасные части и материалы | 6,80                                              | 45,7 | 1,43      | 15,4 | 0,09      | 3,6  |
| Амортизация                           | —                                                 | —    | 0,62      | 6,6  | 0,31      | 12,6 |
| Прочие материальные затраты           | 0,64                                              | 4,3  | 0,14      | 1,5  | —         | —    |
| Фонд оплаты труда                     | 1,95                                              | 13,1 | 1,37      | 14,7 | 0,47      | 19,1 |
| Отчисления на социальное страхование  | 0,69                                              | 4,6  | 0,49      | 5,2  | 0,13      | 5,3  |
| Прочие расходы                        | 0,45                                              | 3,6  | 0,32      | 3,7  | 0,04      | 1,7  |
| Всего затрат на 1 км пробега          | 14,87                                             | 100  | 9,3       | 100  | 2,46      | 100  |

Таблица 4.22

## Распределение эксплуатационной скорости движения автобуса

| Границы<br>интервалов<br>скорости<br>$\alpha_i + \beta_i$ , км/ч | Средины<br>интервалов<br>$v_{ci}$ , км/ч | Опытные<br>частоты<br>$m_i^*$ | Опытные<br>частоты<br>$P_i^* = \frac{m_i^*}{\sum m_i^*}$ | Слагаемые<br>математическо<br>го ожидания<br>$P_i^* \cdot v_{ci}$ | Слагаемые<br>дисперсии<br>$(M(v) - v_{ci})^2 \cdot P_i^*$ |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Пригородные маршруты                                             |                                          |                               |                                                          |                                                                   |                                                           |
| 17-20                                                            | 18,5                                     | 3                             | 0,167                                                    | 3,09                                                              | 6,69                                                      |
| 20-23                                                            | 21,5                                     | 3                             | 0,167                                                    | 3,59                                                              | 1,85                                                      |
| 23-26                                                            | 24,5                                     | 4                             | 0,222                                                    | 5,44                                                              | 0,02                                                      |
| 26-29                                                            | 27,5                                     | 5                             | 0,277                                                    | 7,62                                                              | 1,97                                                      |
| 29-32                                                            | 30,5                                     | 3                             | 0,167                                                    | 5,09                                                              | 5,37                                                      |
| Итоговая<br>строка                                               |                                          | $\sum m_i^* =$<br>=18         | $\sum P_i^* =$<br>=1,000                                 | $M(v) =$<br>=24,83                                                | $D(v) =$<br>=15,9                                         |
| Городские маршруты                                               |                                          |                               |                                                          |                                                                   |                                                           |
| 17-20                                                            | 18,5                                     | 7                             | 0,333                                                    | 6,16                                                              | 5,33                                                      |
| 20-23                                                            | 21,5                                     | 4                             | 0,191                                                    | 4,11                                                              | 0,19                                                      |
| 23-26                                                            | 24,5                                     | 6                             | 0,285                                                    | 6,98                                                              | 1,14                                                      |
| 26-29                                                            | 27,5                                     | 4                             | 0,191                                                    | 5,25                                                              | 4,78                                                      |
| Итоговая<br>строка                                               |                                          | $\sum m_i^* =$<br>=21         | $\sum P_i^* =$<br>=1,000                                 | $M(v) =$<br>=22,5                                                 | $D(v) =$<br>=11,44                                        |

Таблица 4.23

## Распределение средней дальности поездки одного пассажира

| Границы<br>интервалов<br>расстояния<br>$\alpha_i + \beta_i$ , км | Средины<br>интервалов<br>$l_{ci}$ , км | Опытные<br>частоты<br>$m_i^*$ | Опытные<br>частоты<br>$P_i^* = \frac{m_i^*}{\sum m_i^*}$ | Слагаемые<br>математическог<br>о ожидания<br>$P_i^* \cdot l_{ci}$ | Слагаемые<br>дисперсии<br>$(M(l) - l_{ci})^2 \cdot P_i^*$ |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Пригородные маршруты                                             |                                        |                               |                                                          |                                                                   |                                                           |
| 3-9                                                              | 6                                      | 2                             | 0,111                                                    | 0,67                                                              | 13,46                                                     |
| 9-15                                                             | 12                                     | 5                             | 0,278                                                    | 3,34                                                              | 6,98                                                      |
| 15-21                                                            | 18                                     | 6                             | 0,333                                                    | 5,99                                                              | 0,33                                                      |
| 21-27                                                            | 24                                     | 4                             | 0,222                                                    | 5,33                                                              | 10,85                                                     |
| 27-33                                                            | 30                                     | 1                             | 0,056                                                    | 1,68                                                              | 9,45                                                      |
| Итоговая<br>строка                                               |                                        | $\sum m_i^* =$<br>=18         | $\sum P_i^* =$<br>=1,000                                 | $M(l) =$<br>=17,01                                                | $D(l) =$<br>=41,07                                        |

| Границы интервалов расстояния<br>$\alpha_i + \beta_i$ , км | Средины интервалов<br>$l_{c_i}$ , км | Опытные частоты<br>$m_i^*$ | Опытные частоты<br>$P_i^* = \frac{m_i^*}{\sum m_i^*}$ | Слагаемые математического ожидания<br>$P_i^* \cdot l_{c_i}$ | Слагаемые дисперсии<br>$(M(l) - l_{c_i})^2 \cdot P_i^*$ |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Городские маршруты                                         |                                      |                            |                                                       |                                                             |                                                         |
| 3-4                                                        | 3,5                                  | 7                          | 0,333                                                 | 1,17                                                        | 0,40                                                    |
| 4-5                                                        | 4,5                                  | 8                          | 0,381                                                 | 1,71                                                        | 0,01                                                    |
| 5-6                                                        | 5,5                                  | 4                          | 0,190                                                 | 1,05                                                        | 0,15                                                    |
| 6-7                                                        | 6,5                                  | 1                          | 0,048                                                 | 0,31                                                        | 0,17                                                    |
| 7-8                                                        | 7,5                                  | 1                          | 0,048                                                 | 0,36                                                        | 0,40                                                    |
| Итоговая строка                                            |                                      | $\sum m_i^* = 21$          | $\sum P_i^* = 1,000$                                  | $M(l) = 4,6$                                                | $D(l) = 1,13$                                           |

Таблица 4.24

## Распределение коэффициента использования вместимости

| Границы интервалов коэффициента<br>$\alpha_i + \beta_i$ | Средины интервалов<br>$\gamma_{c_i}$ | Опытные частоты<br>$m_i^*$ | Опытные частоты<br>$P_i^* = \frac{m_i^*}{\sum m_i^*}$ | Слагаемые математического ожидания<br>$P_i^* \cdot \gamma_{c_i}$ | Слагаемые дисперсии<br>$(M(\gamma) - \gamma_{c_i})^2 \cdot P_i^*$ |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Пригородные маршруты                                    |                                      |                            |                                                       |                                                                  |                                                                   |
| 0-0,2                                                   | 0,1                                  | 4                          | 0,222                                                 | 0,022                                                            | 0,008                                                             |
| 0,2-0,4                                                 | 0,3                                  | 12                         | 0,666                                                 | 0,199                                                            | 0,0001                                                            |
| 0,4-0,6                                                 | 0,5                                  | 1                          | 0,056                                                 | 0,028                                                            | 0,003                                                             |
| 0,6-0,8                                                 | 0,7                                  | 1                          | 0,056                                                 | 0,039                                                            | 0,01                                                              |
| Итоговая строка                                         |                                      | $\sum m_i^* = 18$          | $\sum P_i^* = 1,000$                                  | $M(\gamma) = 0,288$                                              | $D(\gamma) = 0,021$                                               |
| Городские маршруты                                      |                                      |                            |                                                       |                                                                  |                                                                   |
| 0-0,2                                                   | 0,1                                  | 1                          | 0,048                                                 | 0,005                                                            | 0,007                                                             |
| 0,2-0,4                                                 | 0,3                                  | 6                          | 0,285                                                 | 0,086                                                            | 0,009                                                             |
| 0,4-0,6                                                 | 0,5                                  | 11                         | 0,524                                                 | 0,262                                                            | 0,001                                                             |
| 0,6-0,8                                                 | 0,7                                  | 1                          | 0,048                                                 | 0,034                                                            | 0,002                                                             |
| 0,8-1,0                                                 | 0,9                                  | 2                          | 0,095                                                 | 0,086                                                            | 0,017                                                             |
| Итоговая строка                                         |                                      | $\sum m_i^* = 21$          | $\sum P_i^* = 1,000$                                  | $M(\gamma) = 0,473$                                              | $D(\gamma) = 0,036$                                               |

Таблица 4.25

## Распределение интервала движения подвижного состава

| Границы интервалов движения<br>$\alpha_i + \beta_i$ , мин. | Средины интервалов<br>$t_{ci}$ , мин. | Опытные частоты<br>$m_i^*$ | Опытные частоты<br>$P_i^* = \frac{m_i^*}{\sum m_i^*}$ | Слагаемые математического ожидания<br>$P_i^* \cdot t_{ci}$ | Слагаемые дисперсии<br>$(M(t) - t_{ci})^2 \cdot P_i^*$ |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Пригородные маршруты                                       |                                       |                            |                                                       |                                                            |                                                        |
| 0-40                                                       | 20                                    | 5                          | 0,278                                                 | 5,56                                                       | 1980,3                                                 |
| 40-80                                                      | 60                                    | 2                          | 0,111                                                 | 6,66                                                       | 218,8                                                  |
| 80-120                                                     | 100                                   | 3                          | 0,167                                                 | 16,7                                                       | 3,2                                                    |
| 120-160                                                    | 140                                   | 2                          | 0,111                                                 | 15,54                                                      | 140,7                                                  |
| 160-200                                                    | 180                                   | 6                          | 0,333                                                 | 59,94                                                      | 1903,2                                                 |
| Итоговая строка                                            |                                       | $\sum m_i^* = 18$          | $\sum P_i^* = 1,000$                                  | $M(t) = 104,4$                                             | $D(t) = 4246,2$                                        |
| Городские маршруты                                         |                                       |                            |                                                       |                                                            |                                                        |
| 3-9                                                        | 6                                     | 10                         | 0,476                                                 | 2,86                                                       | 35,04                                                  |
| 9-15                                                       | 12                                    | 3                          | 0,143                                                 | 1,72                                                       | 0,95                                                   |
| 15-21                                                      | 18                                    | 2                          | 0,095                                                 | 1,71                                                       | 1,11                                                   |
| 21-27                                                      | 24                                    | 1                          | 0,048                                                 | 1,15                                                       | 4,26                                                   |
| 27-33                                                      | 30                                    | 5                          | 0,238                                                 | 7,14                                                       | 56,59                                                  |
| Итоговая строка                                            |                                       | $\sum m_i^* = 21$          | $\sum P_i^* = 1,000$                                  | $M(t) = 14,58$                                             | $D(t) = 97,95$                                         |

Приведенные данные показывают, что коэффициент использования вместимости на большинстве пригородных маршрутов не превышает 0,4. Это говорит о том, что на перевозках используется подвижной состав большей вместимости, чем требуется. Средняя дальность поездки одного пассажира на пригородных маршрутах в 3,7 раза больше, чем на городских, а эксплуатационная скорость выше на 10,4%. Интервалы движения на пригородных маршрутах больше, чем на городских, в 7,2 раза. В табл. 4.26 приведены данные о технико-эксплуатационных показателях работы подвижного состава, занятого на пригородных перевозках.

Таблица 4.26

**Технико-эксплуатационные показатели работы  
подвижного состава, занятого на пригородных перевозках**

| Показатель                         | Изменение показателя по годам |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                    | 1990                          | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  |
| Количество подвижного состава, ед. | 104                           | 102   | 85    | 75    | 88    | 93    | 88    | 91    | 93    | 93    | 90    |
| Коэффициент использования парка    | 0,710                         | 0,653 | 0,714 | 0,696 | 0,679 | 0,657 | 0,684 | 0,674 | 0,592 | 0,614 | 0,610 |
| Среднее время в наряде, ч          | 8,7                           | 9,4   | 9,6   | 10,9  | 10,0  | 9,4   | 9,6   | 9,9   | 9,6   | 9,7   | 9,6   |

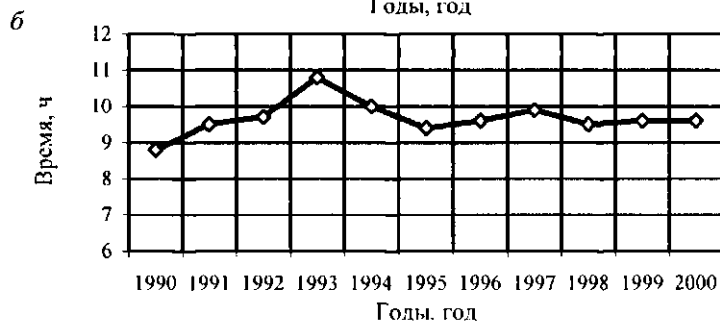
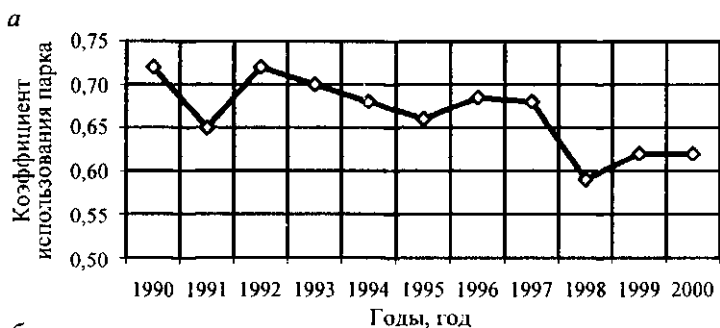


Рис. 4.17. Анализ пригородных автобусных маршрутов:  
а – изменение коэффициента использования парка;  
б – изменение времени в наряде

По сравнению с 1990 г. число подвижного состава на пригородных перевозках сократилось на 13%, коэффициент использования парка снизился на 14%, а время в наряде автобуса увеличилось на 10%.

Большую роль при организации движения подвижного состава играет неравномерность распределения пассажиропотока во времени и по отдельным участкам действующих маршрутов. На рис. 4.18 приведено распределение пассажиропотока по часам суток.

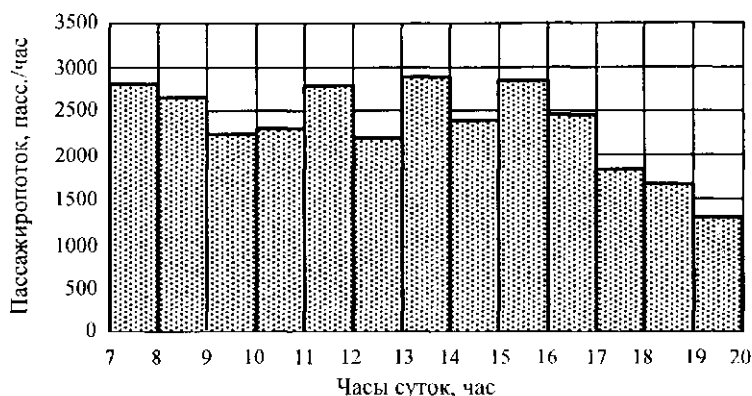


Рис. 4.18. Суммарный пассажиропоток на основных пригородных маршрутах г. Волжского, лето 1999 г., будни

Существенные изменения в перераспределение пассажиропотока по видам транспорта вносят маршрутные такси. С целью определения влияния маршрутных такси на перераспределение пассажиропотока на пригородных перевозках было проведено обследование пригородного маршрута № 114 – «Пл. Ленина (Волжский) – ВГТЗ (Волгоград)». В специально разработанные таблицы заносились данные о подходе пассажиров на остановочный пункт (ВГТЗ), время прибытия и отправления автобусов и маршрутных такси. Посадочные площадки пассажиров

на автобус и маршрутные такси на этой конечной остановке практически совмещены.

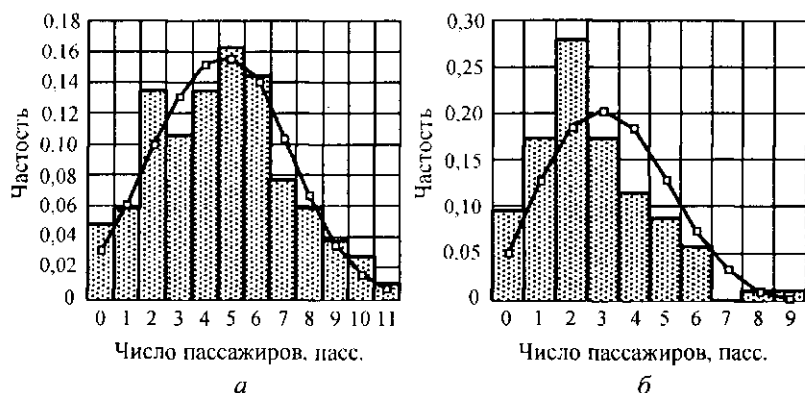


Рис. 4.19. Закономерности распределения прибытия пассажиров на автобусную остановку (интервал 3 мин.):  
а – в часы пик с 14.45 до 16.30;  
б – в часы спада с 17.00 до 18.45

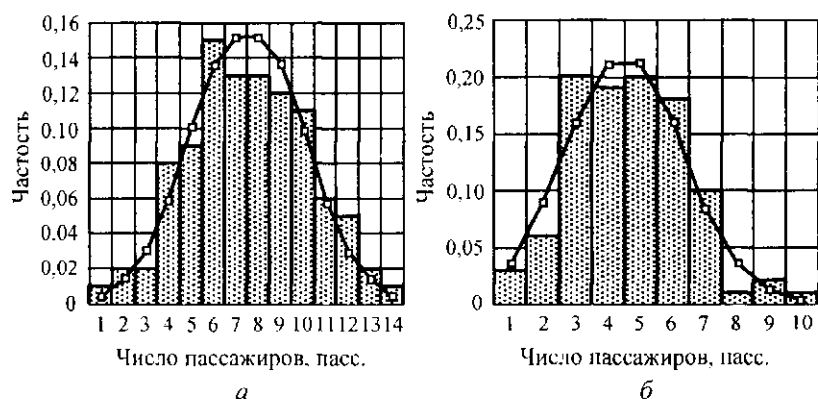


Рис. 4.20. Закономерности распределения прибытия пассажиров на остановку маршрутного такси (интервал 3 мин.):  
а – в часы пик с 14.45 до 16.30;  
б – в часы спада с 17.00 до 18.45

Наблюдения проводились в часы пик и в часы спада пиковых пассажиропотоков. Одновременно проводилось анкетирование пассажиров. На рис. 4.19-4.21 приведены закономерности прибытия на остановку и отправления пассажиров и подвижного состава.

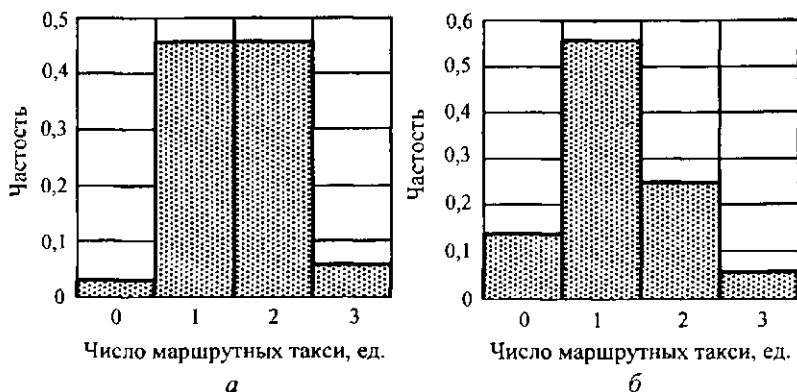


Рис. 4.21. Распределение прибытия маршрутных такси на остановку (интервал 9 мин.):  
а – в часы пик с 14.45 до 16.30;  
б – в часы спада с 17.00 до 18.45

Были разработаны две формы специальных анкет. Содержание анкет и результаты анкетирования приведены ниже.

#### АНКЕТА № 1

1. Наиболее часто используемый Вами вид транспорта
  - 1.1. Маршрутные такси 60%
  - 1.2. Автобус 40%
2. Количество поездок за неделю
  - 2.1. Маршрутные такси 4
  - 2.2. Автобус 6-7

3. Общее время в пути от дома до пункта назначения
  - 3.1. Маршрутные такси 48 мин.
  - 3.2. Автобус 1 час
4. Пользуетесь ли Вы автобусом
  - 4.1. Да 27%
  - 4.2. Нет 73%
5. Пользуетесь ли Вы маршрутным такси
  - 5.1. Да 34%
  - 5.2. Нет 66%
6. Каковы, на Ваш взгляд, преимущества одного вида транспорта перед другим
 

|                        | Автобус | Маршрутное такси |
|------------------------|---------|------------------|
| 6.1. Скорость          | –       | –                |
| 6.2. Комфортабельность | 8%      | 15%              |
| 6.3. Регулярность      | –       | 7%               |
| 6.4. Стоимость проезда | 36%     | –                |
| 6.5. Надежность        | –       | 9%               |
| 6.6. Льготный проезд   | 42%     | –                |
| 6.7. Место для сидения | 5%      | 21%              |
| 6.8. Другие факторы    | –       | 5%               |

Примечание: четвертый вопрос задавался пассажирам, ответившим на первый вопрос – «маршрутное такси». Пятый вопрос задавался пассажирам, ответившим на первый вопрос – «автобус».

Для выявления причин, по которым пассажиры отказываются от проезда в автобусе, была составлена анкета № 2. По данной анкете опрашивались пассажиры, стоявшие в очереди на маршрутное такси во время прибытия и стоянки автобуса.

## АНКЕТА № 2

Назовите причины, по которым Вы не пользуетесь автобусом

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 1. Скорость передвижения             | 56% |
| 2. Комфортабельность                 | 12% |
| 3. Гарантированное место для сидения | 12% |
| 4. Регулярность                      | 10% |
| 5. Остановка по требованию           | 7%  |
| 6. Другие причины                    | 9%  |

В результате обследования было определено следующее. В часы пик маршрутные такси не справляются с объемом перевозок (появляются очереди); в часы спада пассажиропотока время наполнения маршрутного такси увеличивается, тем самым увеличивается общее время передвижения пассажира.

В момент прибытия автобуса часть пассажиров из очереди на маршрутное такси переходят в автобус (они не против пользования автобусом, но из-за увеличения интервалов движения и отсутствия расписания на остановочном пункте, не дожидаясь автобуса, выбирают маршрутные такси).

Около 60% опрошенных пассажиров наиболее часто пользуются маршрутным такси, как основным видом транспорта. Из них 27% иногда пользуются автобусом. Основным преимуществом маршрутного такси 52% считают скорость передвижения и 21% – место для сидения. Наиболее часто пользуются автобусом 40% опрошенных пассажиров. Для 42% – основное преимущество автобуса – это льготный проезд, и еще для 36% – стоимость проезда.

### 4.3. Трамвайный транспорт

Трамвай является одним из наиболее сложных видов городского транспорта. Кроме обеспечения его электрической энергией, необходимо устройство рельсовых путей. К подвижному составу трамвая предъявляются более высокие требования надежности по сравнению с автобусами, так как при повреждении ходовой части он закрывает движение по линии для других трамваев.

Он имеет наибольшую провозную возможность из всех наземных видов транспорта и характеризуется наиболее низкой себестоимостью перевозок пассажиров, меньшим расходом энергии на перевозку и большей безопасностью движения. Сферой применения трамвайного транспорта в г. Волжском является обеспечение устойчивой связи жилой части города с промышленной зоной.

Весь трамвайный транспорт в г. Волжском принадлежит ВМУП «Горэлектротранс». Для выполнения городских пассажирских перевозок в городе применяются трамвайные вагоны КТМ-5МЗ и Т-3 (табл. 4.27-4.28).

Трамвайный вагон КТМ-5МЗ модели 71-605 предназначен для перевозки пассажиров на линиях шириной колеи 1524 мм, соответствующих действующим строительным нормам по содержанию работоспособного состояния трамвайных линий для электрифицированного городского транспорта. Питание электрических цепей вагона осуществляется от контактной сети постоянного тока напряжением 550 В по ГОСТ 6962-75. Вагон модели 71-605 может длительно эксплуатироваться в условиях при температуре среды от плюс 40 до минус 40°С, на высоте до 1200 м над уровнем моря, при относительной влажности до 80% при 20°С, с уклонами до 0,090 протяженностью не более 1000 м. Вагон может эксплуатироваться как в одиночку, так и в составе поезда из двух

вагонов по системе «многих единиц» с полуавтоматической системой управления.

Трамвайные вагоны семейства «Татра» допускают как одиночную работу, так и в составе из двух вагонов, управляемых по системе многих единиц водителем из кабины головного вагона.

Вагоны Т-3 выпуска 1975 г. и последующих лет допускают работу в составе поезда из трех вагонов. Вагоны Т-3 как одиночные, так и в поезде по системе многих единиц при наибольшей нагрузке каждого вагона 28,5 тс и при равнинной передаче редуктора (7,43 или 7,36) могут эксплуатироваться на маршрутах с продольными уклонами до 80 ‰ (80%), причем на этих участках уклоны до 90 ‰ длиной не более 300 м, а с горной передачей ( $i = 9,36$ ) вагоны могут работать при наличии продольных уклонов пути до 100 ‰ любой протяженности.

Таблица 4.27

**Технико-эксплуатационные показатели  
трамвайного вагона КТМ-5МЗ**

| Показатель                                                                                                 | Единица измерения | Характеристика вагона |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Длина вагона по кузову                                                                                     | мм                | 15094±30              |
| Ширина вагона по кузову                                                                                    | мм                | 2568±15               |
| Высота вагона по кузову                                                                                    | мм                | 3128±21               |
| Высота опорной площадки нижней ступени над головкой рельса для порожнего вагона                            | мм                | 360±10                |
| База вагона                                                                                                | мм                | 7500                  |
| Высота салона в проходе                                                                                    | мм                | 2184±9                |
| Ширина дверного проема в свету                                                                             | мм                | 1305±30               |
| Количество мест для сидения                                                                                | шт.               | 35                    |
| По согласованию с заказчиком                                                                               | шт.               | 40                    |
| Количество стоящих пассажиров при номинальном наполнении (5 человек на 1 м <sup>2</sup> свободной площади) | чел.              | 88                    |

Окончание табл. 4.27

| Показатель                                                                                                                     | Единица измерения | Характеристика вагона                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Максимальное наполнение (при 10 чел. на 1 м <sup>2</sup> )                                                                     | чел.              | 211                                                                          |
| Наименьший радиус кривой эксплуатационного пути                                                                                | м                 | 20                                                                           |
| Наименьший радиус кривых парковых путей                                                                                        | м                 | 16                                                                           |
| Масса                                                                                                                          | т                 | 18,65                                                                        |
| Скорость вагона при движении с номинальной нагрузкой при номинальном напряжении контактной сети на горизонтальном участке пути | км/ч              | 62                                                                           |
| Скорость изменения ускорения при пуске и замедлении при служебном торможении                                                   | м/с <sup>2</sup>  | 2                                                                            |
| Время разгона при нагрузке и напряжении на горизонтальном участке до скорости 40 км/ч, не более:                               | с.                |                                                                              |
| а) при служебном торможении                                                                                                    |                   | 65                                                                           |
| б) при экстренном торможении                                                                                                   |                   | 30                                                                           |
| Поезд из двух вагонов работает на продольных уклонах до 0,100 протяженностью                                                   | м                 | не более 1000                                                                |
| Мощность тяговых двигателей                                                                                                    | кВт               | 45 × 4 = 180                                                                 |
| Тип тягового редуктора                                                                                                         |                   | Одноступенчатый, дозаполюсное сцепление Новикова, передаточное число – 7,143 |
| Ресурс до первого капитального ремонта:                                                                                        | тыс. км           |                                                                              |
| - I объем                                                                                                                      |                   | 280                                                                          |
| - II объем                                                                                                                     |                   | 560                                                                          |
| Наработка на отказ                                                                                                             | тыс. км           | 10                                                                           |

**Технико-эксплуатационные показатели  
трамвайного вагона Т-3**

| Показатель                                                                                                                                                                 | Единица измерения | Характеристика вагона |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|--------|
|                                                                                                                                                                            |                   | Т-3                   | Т-4 СУ |
| Длина вагона по сцепкам                                                                                                                                                    | мм                | 15104                 | 15104  |
| Длина кузова                                                                                                                                                               | мм                | 14000                 | 14000  |
| Ширина кузова                                                                                                                                                              | мм                | 2500                  | 2200   |
| Высота крыши вагона над головкой                                                                                                                                           | мм                | 3060                  | 3099   |
| Высота от пола до потолка в проходе                                                                                                                                        | мм                | 2400                  | 2400   |
| Ширина прохода между сидениями                                                                                                                                             | мм                | 1040                  | 740    |
| Ширина дверного проема в свету                                                                                                                                             | мм                | 1300                  | 1300   |
| База тележки                                                                                                                                                               | мм                | 1900                  | 1900   |
| База кузова                                                                                                                                                                | мм                | 6400                  | 6400   |
| Диаметр колеса по кругу катания                                                                                                                                            | мм                | 700                   | 700    |
| Число тяговых двигателей                                                                                                                                                   | мм                | 4                     | 4      |
| Тип тягового двигателя                                                                                                                                                     |                   | ТЕ-022                | ТЕ-022 |
| Продолжительная мощность тягового двигателя                                                                                                                                | кВт               | 40                    | 40     |
| Конструкционная скорость вагона:                                                                                                                                           | км/ч              |                       |        |
| при передаточном отношении 1:7,43                                                                                                                                          |                   | 72                    | 72     |
| и 1:7,36                                                                                                                                                                   |                   | 57                    | —      |
| при передаточном отношении 1:9,36                                                                                                                                          |                   | 65                    | 65     |
| Наибольшая установившаяся скорость порожнего вагона на равнинном прямом участке при напряжении 600 В и среднем диаметре колеса: при передаточном отношении 1:7,43 и 1:7,36 | км/ч              |                       |        |
| Наибольшее ускорение порожнего вагона                                                                                                                                      | м/с <sup>2</sup>  | 1,8                   | 1,8    |
| Наибольшее замедление порожнего вагона при служебном торможении                                                                                                            | м/с <sup>2</sup>  | 1,8                   | 1,8    |
| Среднее замедление порожнего вагона при экстренном торможении                                                                                                              | м/с <sup>2</sup>  | 2,3                   | 2,3    |
| Номинальная вместимость вагона при наполняемости 5 чел/м <sup>2</sup> , в том числе:                                                                                       | чел.              | 115                   | 93     |
| мест для сидения                                                                                                                                                           | чел.              | 38                    | 35     |
| мест для стояния                                                                                                                                                           |                   | 77                    | 58     |

| Показатель                                                                             | Единица измерения | Характеристика вагона |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|--------|
|                                                                                        |                   | Т-3                   | Т-4 СУ |
| Наибольшая вместимость вагона при наполняемости 10 чел/м <sup>2</sup>                  | чел.              | 193                   | 150    |
| Свободная площадь пола для стоящих пассажиров                                          | м <sup>2</sup>    | 15,5                  | 11,5   |
| Масса порожнего вагона                                                                 | т                 | 17,0                  | 16,2   |
| Масса вагона с пассажирами при наполнении 10 чел/м <sup>2</sup> (масса человека 70 кг) | т                 | 30,5                  | 26,8   |

В 2001 г. в городе действовало 7 трамвайных маршрутов (табл. 4.29). Распределение пассажиропотоков по часам суток приведено на рис. 4.24.

Таблица 4.29

#### Характеристика трамвайных маршрутов (2001 г.)

| Номер маршрута | Пункты назначения           | Длина маршрута, км | Время оборота, мин. | Интервал движения в час пик, мин. | Количество подвижного состава, ед. |
|----------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1              | Ул. Логинова – СВ           | 22,4               | 72                  | 9                                 | 8                                  |
| 2              | Пос. Рабочий – ЗОС          | 30,4               | 94                  | 23                                | 4                                  |
| 2А             | Пос. Рабочий – СВ           | 20,4               | 68                  | 7                                 | 10                                 |
| 3              | Ул. Логинова – Пос. Рабочий | 16,6               | 64                  | 10                                | 6                                  |
| 4              | Ул. Карбышева – ГЭТ         | 37,8               | 58                  | 8                                 | 7                                  |
| 5              | Ул. Карбышева – СВ          | 37,8               | 58                  | 8                                 | 7                                  |
| 6              | Ул. Карбышева – ЗОС         | 22,3               | 67                  | 10                                | 7                                  |

Распределение пассажиропотока по часам суток на маршрутах, связывающих промышленную зону с жилой частью города (маршруты 1, 2, 2А, 4, 5) имеет ярко выраженный характер – часы пик в утренние и вечерние часы. На маршруте № 3, связывающем микрорайоны города, максимальный объем перевозок наблюдается с 9 до 14 часов (рис. 4.24).

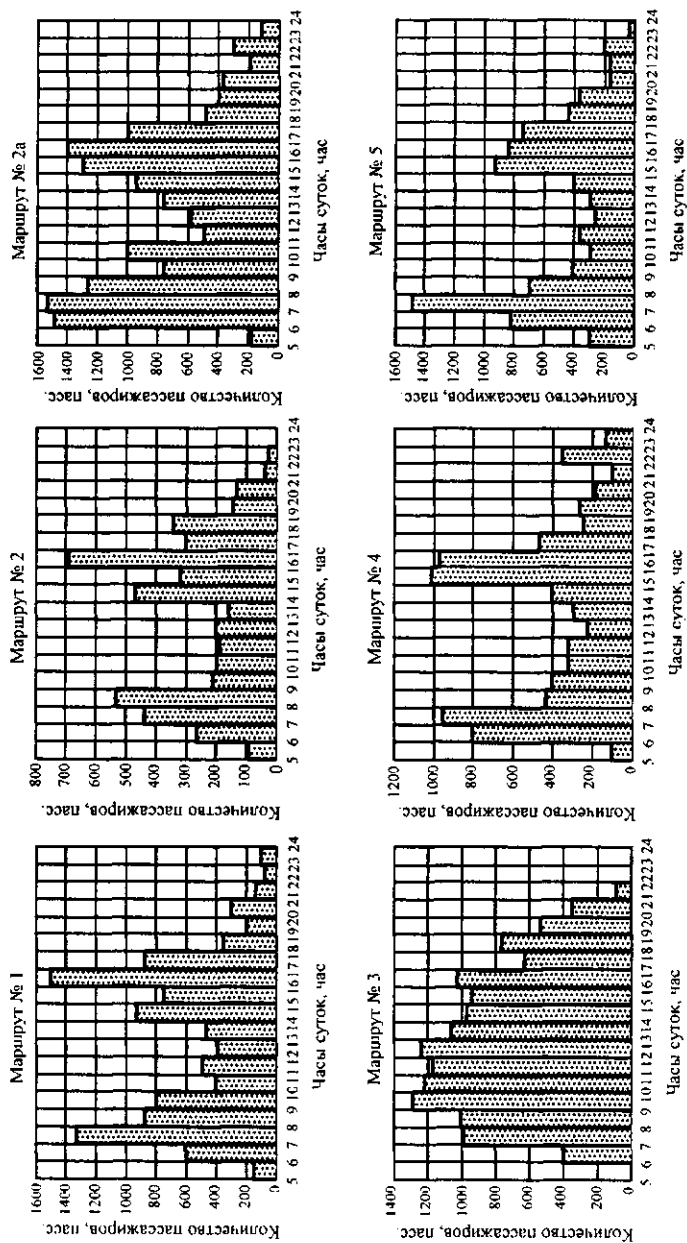


Рис. 4.24. Распределение пассажиропотока по часам суток по трамвайным маршрутам

В табл. 4.30 приведены данные о структуре себестоимости трамвайных перевозок, а в табл. 4.31 – изменение себестоимости перевозок 1 пассажира за годы экономических преобразований. На рис. 4.25 показано изменение себестоимости перевозок пассажиров по статьям затрат.

Таблица 4.30

**Структура расходов ПО ВМУП «Горэлектротранс»**

| Статьи затрат                                                             | Факт 2000 г.                | Факт 2001 г.                |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                                                           | По основной деятельности, % | По основной деятельности, % |
| 1. Фонд заработной платы                                                  | 33,3                        | 38,0                        |
| 2. Отчисление на социальное страхование                                   | 12,4                        | 13,4                        |
| 3. Текущий ремонт вагонов, контактно-кабельной сети, трамвайных путей     | 10,7                        | 11,8                        |
| 4. Капитальный ремонт вагонов, контактно-кабельной сети, трамвайных путей | 6,9                         | 5,8                         |
| 5. Амортизация                                                            | 7,6                         | 5,8                         |
| 6. Топливо                                                                | 3,6                         | 3,9                         |
| 7. Электроэнергия                                                         | 8,7                         | 6,8                         |
| 8. Цеховые расходы, в том числе:                                          | 5,1                         | 4,1                         |
| износ МБП и МБИ                                                           | 0,9                         | 0,7                         |
| охрана труда                                                              | 0,4                         | 0,2                         |
| ремонт (текущий, капитальный),                                            | 0,5                         | 1,6                         |
| техническое обслуживание спецтехники                                      |                             |                             |
| ремонт и техническое обслуживание сооружений                              | 0,2                         | 0,6                         |
| отопление, горячее водоснабжение                                          | 1,2                         | 0,7                         |
| водоснабжение, хозяйственные стоки                                        | 1,9                         | 0,3                         |
| 9. Общеэксплуатационные расходы,                                          | 1,58                        | 1,00                        |
| в том числе:                                                              |                             |                             |
| командировки                                                              | 0,1                         | 0,1                         |
| услуги связи, телефон                                                     | 0,7                         | 0,4                         |
| канцелярские                                                              | 0,3                         | 0,06                        |
| МСС                                                                       | 0,08                        | 0,04                        |
| бланочная продукция                                                       | 0,1                         | 0,2                         |
| инкассация                                                                | 0,3                         | 0,2                         |

| Статьи затрат                                                                                                                       | Факт 2000 г.                | Факт 2001 г.                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                                                                                                                     | По основной деятельности, % | По основной деятельности, % |
| 10. Общехозяйственные расходы, в том числе:                                                                                         | 0,5                         | 1,3                         |
| содержание зданий и инвентаря                                                                                                       | 0,4                         | 0,2                         |
| текущий ремонт зданий                                                                                                               | 0,1                         | 0,6                         |
| капитальный ремонт зданий                                                                                                           | —                           | 0,5                         |
| 11. Прочие расходы (налог на пользователей, налог на землю, налог с продаж, налог с владельцев транспортных средств, лицензии, НДС) | 9,7                         | 8,1                         |

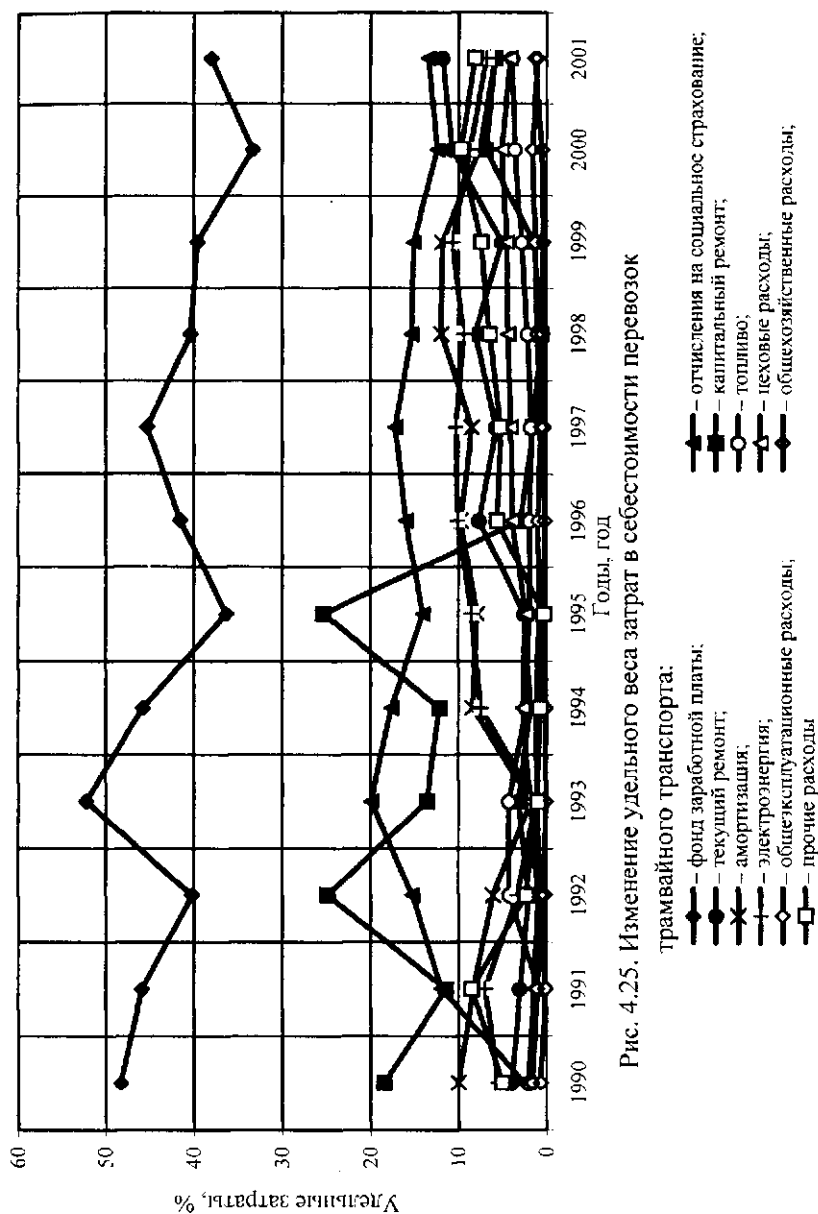
Таблица 4.31

## Себестоимость перевозок пассажиров в трамвае

| Показатель                          | Изменение показателя по годам |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                     | 1990                          | 1991 | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  |
| Себестоимость перевозок, руб./пасс. | 0,156                         | 0,39 | 0,741 | 0,703 | 0,216 | 0,649 | 0,756 | 0,805 | 0,655 | 0,711 | 0,953 |

#### 4.4. Перевозки пассажиров маршрутными таксомоторами

Маршрутные такси призваны обеспечивать перевозки с небольшими, но устойчивыми потоками пассажиров. В качестве подвижного состава используются автобусы особо малой вместимости (10-15 пассажиров) с местами только для сидения. При постоянстве трассы маршрута и его конечных пунктов промежуточные остановки могут не фиксироваться, а производиться по требованию пассажиров.



В г. Волжском активное развитие маршрутных таксомоторных перевозок началось с 1997 г., когда в городе работало 20 единиц подвижного состава, входившие в состав автоколонны № 1732. В 2001 г. в городе насчитывалось уже 372 автомобиля, а число маршрутов, имеющих паспорт – 18. На рис. 4.26 приведены данные о неравномерности пассажиропотока по времени года. Стоимость проезда в маршрутном такси в черте города в 1999 г. составляла 4 руб., а начиная с 2001 г. – 5 руб.

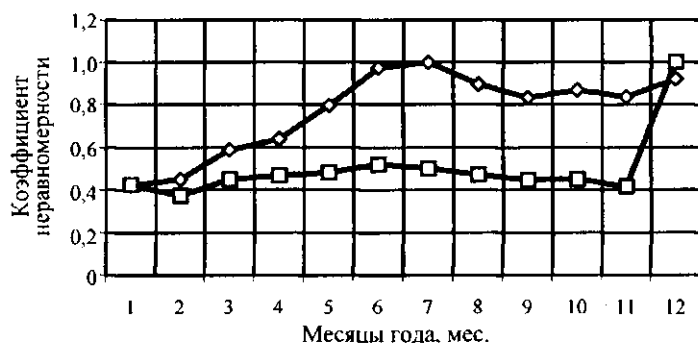


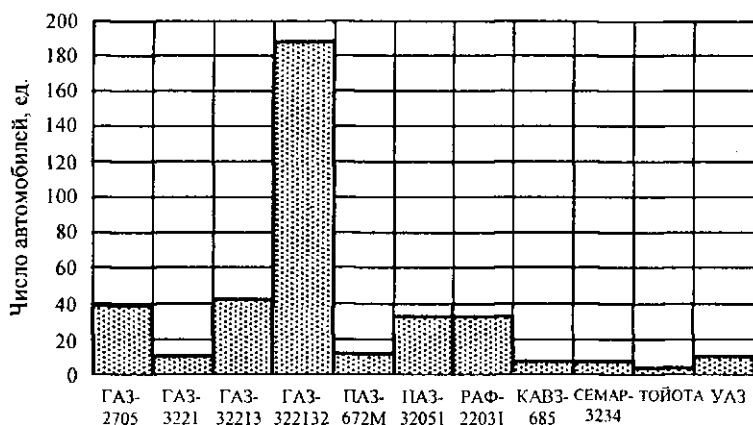
Рис. 4.26. Изменение коэффициента неравномерности распределения пассажиропотока, перевозимого маршрутными такси, по месяцам:  
 —◆— 1998 г.; —□— 1999 г.

В табл. 4.32 показано изменение маршрутной сети таксомоторных перевозок и числа подвижного состава, а в табл. 4.33 – эксплуатационные показатели работы такси на основных маршрутах.

Таблица 4.32

**Динамика изменения числа маршрутов**

| Показатель                    | Изменение показателя по годам |      |      |      |      |
|-------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|
|                               | 1997                          | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
| Число маршрутов               | 4                             | 7    | 9    | 11   | 18   |
| Число маршрутных таксомоторов | 20                            | 60   | 102  | 230  | 372  |



Модель подвижного состава

Рис. 4.28. Распределение маршрутных такси по моделям

Таблица 4.33

**Эксплуатационные показатели работы маршрутных такси  
на основных маршрутах**

| Маршрут | Длина маршрута | Число автомобилей на маршруте | Время оборота, мин. | Время простоя на конечных остановках, мин. | Интервал движения, мин. |
|---------|----------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------------------|-------------------------|
| 1МТ     | 9,4            | 20                            | 61,0                | 5,7                                        | 3,2                     |
| 3МТ     | 10,4           | 4                             | 60,0                | 6,6                                        | 15,0                    |
| 4МТ     | 10,1           | 10                            | 60,0                | 5,0                                        | 6,0                     |
| 5МТ     | 11,3           | 12                            | 60,0                | 1,1                                        | 50                      |
| 6МТ     | 11,5           | —                             | —                   | —                                          | —                       |
| 14МТ    | 9,1            | 27                            | 64,7                | 5,6                                        | 2,4                     |
| 24МТ    | 8,7            | 12                            | 62,2                | 4,5                                        | 5,18                    |
| 114МТ   | 8,3            | 19                            | 85,0                | 19,4                                       | 4,5                     |
| 27МТ    | 10,9           | —                             | —                   | —                                          | —                       |

В табл. 4.34 приведены хронометражные данные о распределении технической скорости движения маршрутных такси, а на рис. 4.30 – распределение пассажиропотока по часам суток.

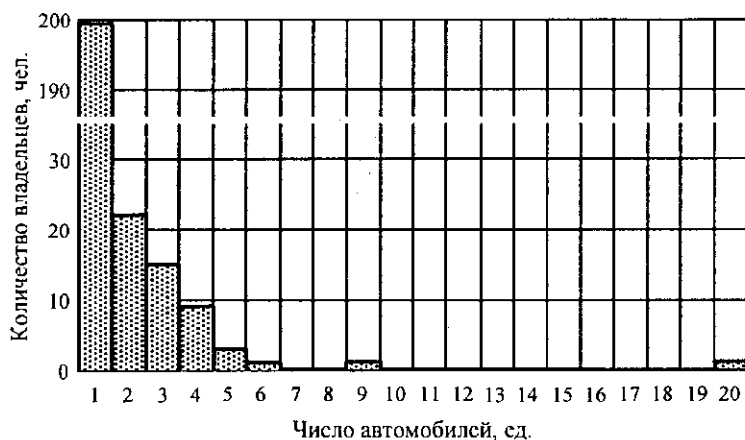


Рис. 4.29. Распределение владельцев маршрутных такси по количеству автомобилей

Таблица 4.34

**Распределение технической скорости движения маршрутных такси**

| Границы интервалов скорости<br>$\alpha_i \div \beta_i$ , км/ч | Средины интервалов<br>$v_{ci}$ , км/ч | Опытные частоты<br>$m_i^*$ | Опытные частоты<br>$P_i^* = \frac{m_i^*}{\sum m_i^*}$ | Слагасмые математическо го ожидания<br>$P_i^* \cdot v_{ci}$ | Слагасмые дисперсии<br>$(M(v) - v_{ci})^2 \cdot P_i^*$ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 14-20                                                         | 17                                    | 3                          | 0,086                                                 | 1,46                                                        | 17,0                                                   |
| 20-26                                                         | 23                                    | 7                          | 0,200                                                 | 4,60                                                        | 12,99                                                  |
| 26-32                                                         | 29                                    | 10                         | 0,286                                                 | 8,29                                                        | 1,21                                                   |
| 32-38                                                         | 35                                    | 9                          | 0,256                                                 | 8,96                                                        | 3,97                                                   |
| 38-44                                                         | 41                                    | 3                          | 0,086                                                 | 3,53                                                        | 8,5                                                    |
| 44-50                                                         | 47                                    | 2                          | 0,057                                                 | 2,68                                                        | 14,48                                                  |
| 50-56                                                         | 53                                    | 1                          | 0,029                                                 | 1,54                                                        | 13,96                                                  |
| Итоговая строка                                               |                                       | $\sum m_i^* = 35$          | $\sum P_i^* = 1,000$                                  | $M(v) = 31,06$                                              | $D(v) = 72,11$                                         |

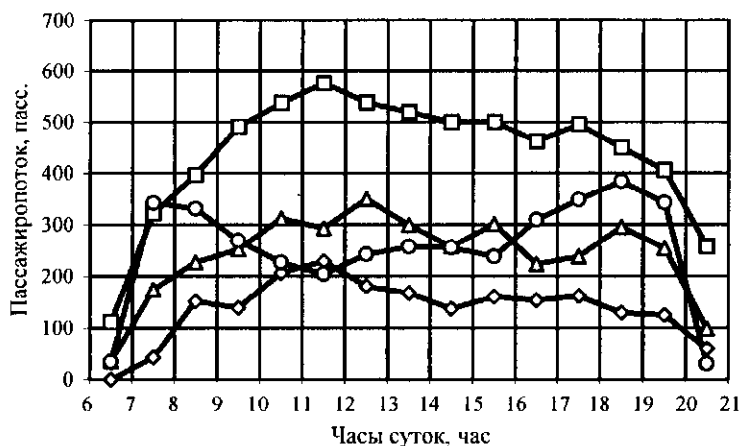


Рис. 4.30. Распределение пассажиропотока по часам суток по маршрутам:

—◇— 3 МТ;      —□— 6 МТ;  
 —△— 7 МТ;      —○— 8 МТ

Расчет себестоимости перевозок автобусами ЛиАЗ-5256, работающими на городском маршруте № 1, и маршрутными такси ГАЗ-32213, работающими на том же маршруте, приведен в табл. 4.35.

Таблица 4.35

### Себестоимость перевозок

| Статьи затрат                  | Автобус<br>ЛиАЗ-5256,<br>руб./пасс. | Маршрутное такси<br>ГАЗ-32213,<br>руб./пасс. |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1. Горючее                     | 0,372                               | 0,385                                        |
| 2. Смазочные материалы         | 0,034                               | 0,014                                        |
| 3. Резина                      | 0,036                               | 0,048                                        |
| 4. Запасные части              | 0,076                               | 0,015                                        |
| 5. Материалы                   | 0,023                               | 0,005                                        |
| 6. Капитальный ремонт          | 0,176                               | 0,035                                        |
| 7. Прочие материальные затраты | 0,046                               | 0,009                                        |
| 8. Амортизация                 | 0,200                               | 0,122                                        |
| 9. Фонд оплаты труда           | 0,328                               | 0,232                                        |

| Статьи затрат                                        | Автобус<br>ЛиАЗ-5256,<br>руб./пасс. | Маршрутное такси<br>ГАЗ-32213,<br>руб./пасс. |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
| 10. Отчисление на социальное страхование             | 0,126                               | 0,089                                        |
| 11. Прочие расходы                                   | 0,063                               | 0,045                                        |
| Себестоимость перевозок одного пассажира, руб./пасс. | 1,48                                | 1,90                                         |

В г. Волжском был проведен анкетированный опрос населения о работе маршрутных таксомоторов.

Результаты анкетированного опроса населения г. Волжского о работе маршрутных таксомоторов:

1. Возраст, лет
 

|             |     |
|-------------|-----|
| до 21 года  | 10% |
| от 21 до 32 | 37% |
| от 33 до 47 | 35% |
| от 47 до 60 | 12% |
| более 60    | 6%  |
2. В какой части города вы проживаете:
 

|              |     |
|--------------|-----|
| старая часть | 17% |
| центр        | 32% |
| новая часть  | 51% |
3. Пользуетесь ли вы услугами такси:
 

|             |                |     |
|-------------|----------------|-----|
|             | Всего опрошено | да  |
| рабочие     | 52%            | 14% |
| служащие    | 18%            | 12% |
| учащиеся    | 14%            | 4%  |
| пенсионеры  | 10%            | 1%  |
| безработные | 6%             | 2%  |
4. Цель поездки на маршрутных такси:

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| на работу                                                       | 54% |
| на учебу                                                        | 8%  |
| культурно-бытовые                                               | 17% |
| на рынки                                                        | 5%  |
| в другие места                                                  | 16% |
| 5. Дальность поездки                                            |     |
| до 5 остановок                                                  | 5%  |
| от 6 до 10 остановок                                            | 58% |
| 10 и более остановок                                            | 37% |
| 6. Чаще всего используемый маршрут:                             |     |
| 1 МТ                                                            | 14% |
| 5 МТ                                                            | 12% |
| 6 МТ                                                            | 25% |
| 14 МТ                                                           | 24% |
| 24 МТ                                                           | 16% |
| 27 МТ                                                           | 9%  |
| 7. Затрачиваемое время на подход к остановке маршрутного такси: |     |
| 3-4 мин.                                                        | 28% |
| 5-7 мин.                                                        | 54% |
| 8-10 мин.                                                       | 18% |
| 8. Приходится ли делать пересадки:                              |     |
| да                                                              | 19% |
| нет                                                             | 81% |
| 9. Есть ли личный автомобиль:                                   |     |
| да                                                              | 37% |
| нет                                                             | 63% |
| 10. Чаще всего используемый вид транспорта:                     |     |
| автобус                                                         | 59% |
| трамвай                                                         | 33% |
| маршрутные такси                                                | 6%  |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| личный автомобиль               | 2%  |
| 11. Критерий выбора транспорта: |     |
| стоимость                       | 60% |
| скорость                        | 18% |
| комфорт                         | 16% |

Несмотря на то, что число маршрутных такси постоянно растет, качество обслуживания пассажиров не улучшается. Основная причина заключается в том, что маршрутная таксомоторная сеть почти полностью дублирует автобусные маршруты. Не принимается во внимание, что основная задача маршрутных такси – это не разгрузить существующую автобусную сеть, а связать между собой районы города, не имеющие прямого беспересадочного автобусного сообщения.

Для допуска на маршрут частный владелец автомобиля должен иметь:

- лицензию;
- разрешение на использование транспортного средства для перевозки пассажиров, согласованное с транспортной инспекцией;
- паспорт маршрута, согласованный с городским управлением муниципального транспорта.

В г. Волжском была предпринята попытка организовать работу маршрутного таксомоторного транспорта путем конкурсного отбора. Волжский горсовет разработал и утвердил положение о конкурсе. Цель - выбрать наиболее приемлемого для заказчика перевозчика и передать ему по договору права на обслуживание городского или пригородного маршрута в полном объеме или только на определенное количество рейсов, на определенный срок. Под городским и пригородным маршрутом понимался маршрут общего пользования, разработанный на основании обследования пассажиропотоков, либо традиционно сложившийся и наибольшим образом отвечающий потребностям населения, одобренный

конкурсной комиссией и утвержденный главой администрации. Перечень показателей для определения обладателя преимущественного права на обслуживание городских и пригородных маршрутов таксомоторами включает следующие параметры (табл. 4.36):

Таблица 4.36

**Перечень показателей для определения обладателя  
преимущественного права на обслуживание городских и  
пригородных маршрутов таксомоторами**

| Показатели перевозок пассажиров<br>маршрутными таксомоторами           | Количество<br>баллов                                |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1. Срок эксплуатации автомобиля:                                       |                                                     |
| до 3 лет                                                               | 3                                                   |
| 3-6 лет                                                                | 2                                                   |
| 6-8 лет                                                                | 1                                                   |
| свыше 8 лет                                                            | 0                                                   |
| 2. Стаж работы водителя на пассажирском<br>транспорте:                 |                                                     |
| до 3 лет                                                               | 0                                                   |
| более 3 лет                                                            | 1                                                   |
| 3. Внутреннее состояние салона                                         | 0-1                                                 |
| 4. Внешнее состояние транспортного средства                            | 0-1                                                 |
| 5. Выполнение рейсов в соответствии с<br>расписанием движения:         |                                                     |
| 95-100%                                                                | 10                                                  |
| 90-95%                                                                 | 7                                                   |
| 85-90%                                                                 | 5                                                   |
| 80-85%                                                                 | 3                                                   |
| менее 80%                                                              | 0                                                   |
| 6. Наличие нарушений условий лицензирова-<br>ния                       | Одно нарушение в<br>течение года – минус 2<br>балла |
| 7. Количество нарушений ПДД, совершенных<br>водителем за последний год | Одно нарушение в<br>течение года – минус 2<br>балла |
| 8. Отсутствие жалоб пассажиров                                         | Одна жалоба в течение<br>года – минус 2 балла       |

Однако в г. Волжском, как и во всей Волгоградской области, основным законодателем организации маршрутных таксомоторных перевозок оказался областной комитет по антимонопольной политике, который обязывает ГИБДД, транспортную инспекцию и администрацию города давать согласие владельцам маршрутных такси на открытие маршрутов или работу частного предпринимателя на любом маршруте по его желанию. Администрация не выступает в роли заказчика. Оказалось, что частный предприниматель одновременно является и заказчиком, и перевозчиком. Каждый отказ в выдаче лицензии или открытии нового маршрута комитетом по антимонопольной политике передавался в судебные инстанции. Единственным управляющим звеном в работе маршрутных такси является диспетчерский пункт, созданный управлением муниципального транспорта города. Это привело к тому, что надлежащий контроль за работой маршрутных таксомоторов отсутствует, водители не соблюдают кодекс законов о труде, работают без обеденного перерыва, больше положенного времени и т. д.

Остановки маршрутных такси совпадают с остановками автобусов. Это усложняет работу водителей автобусов, увеличивает время простоя автобусов на промежуточных остановках, повышает интенсивность движения и аварийность, повышает загазованность улиц города.

По данным госкомэкологии г. Волжского, в общем выбросе вредных веществ наблюдается увеличение доли транспорта: в 1997 г. – 55,6%, в 1998 г. – 56,2%, в 1999 – 63,1%, в 2000 г. – 69,3%.

Деятельность «нерегулируемого рынка» маршрутных такси приносит городскому общественному автобусному транспорту значительные убытки, которые в 2000 году составили 22 млн. руб. [98].

В городах Черкесске, Пензе, Находке и некоторых других маршрутную сеть определяет администрация местного

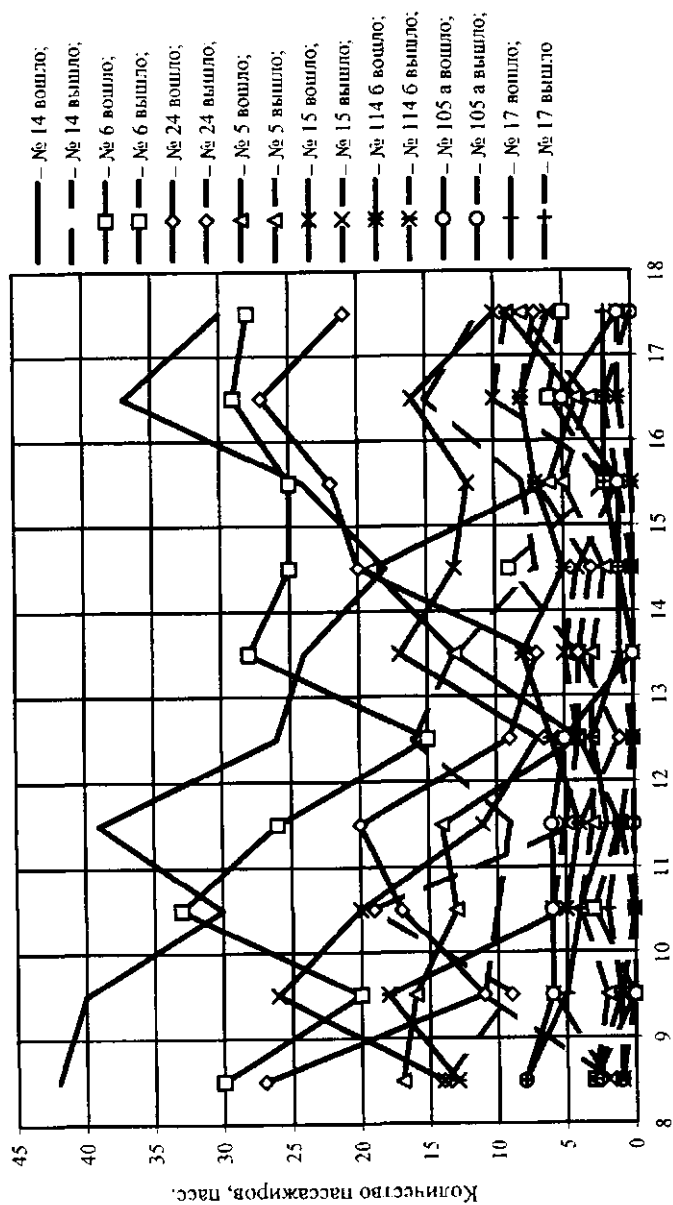


Рис. 4.32. Пассажирооборот остановочного пункта "Универсам"

самоуправления, являясь заказчиком перевозок пассажиров. Муниципальные пассажирские предприятия и частные предприниматели допуск к участию в перевозке пассажиров получают на конкурсной основе. Так, в г. Находке (Приморский край) [69] лицензия рассматривается как одно из условий для участия в конкурсе на право работать на одном из городских маршрутов. Для этого в г. Находке была создана и утверждена постановлением городской администрации конкурсная комиссия из числа представителей администрации города, ГИБДД, филиала отделения Ространснадзора. Комиссия изучила величину пассажиропотоков в городе, состояние маршрутов и автомобильных дорог, степень удовлетворения запросов пассажиров муниципальным транспортом. Учитывался уровень загазованности основных жилищных массивов. Было определено потребное число автотранспорта для «закрытия» всех маршрутов, в том числе и «невыгодных». Учитывалось техническое состояние автобусов и уровень квалификации водителя. Основная задача комиссии – включить перевозчиков всех форм собственности в единую контролируемую и управляемую систему.

Прошедший по конкурсу перевозчик заключает договор с мэрией с определением ответственности договаривающихся сторон. Весь транспорт города, как муниципальный, так и частный, стал работать по единым согласованным графикам, не мешая, а дополняя работу друг друга, поскольку контролировался ЦДС города.

Под жестким контролем оказались: ежедневный технический осмотр автобусов, медицинское освидетельствование водителей, режим их труда и отдыха.

В г. Пензе [54], кроме муниципальных пассажирских предприятий, на пассажирских перевозках работают 9 частных фирм, объединяющих более 1000 владельцев автомобилей. Между «Пензавтотрансом», транспортной инспекцией, ГИБДД и

предприятиями, объединяющими индивидуальных владельцев пассажирского автотранспорта, имеется тесное взаимодействие.

Постановлением главы администрации г. Пенза создана единая конкурсная комиссия, которая оценивает пассажиропотоки, вносит предложения по открытию новых маршрутов, по количеству подвижного состава, работающего на них, по тарифам и другим вопросам. Каждый маршрут общего пользования закреплен за конкретным автопредприятием по принципу: «один маршрут – один перевозчик». Для каждого маршрута разработаны графики работы и рассчитаны интервалы движения подвижного состава.

Индивидуальный владелец автомобиля, имеющий лицензию, сдает автомобиль в аренду автотранспортному предприятию с водителем или без него. Если владелец автомобиля хочет взять его на несколько дней для личных нужд, он должен выписать это транспортное средство, предварительно сдав договор на аренду и лицензионную карточку.

Создание объединений частных перевозчиков позволило защитить муниципальный и «свой» транспорт от предпринимателей, работающих нелегально. Штатные и внештатные работники автопредприятий постоянно дежурят на линии. О каждом «левом» перевозчике и месте, где он обнаружен, сообщается в транспортную инспекцию. Там эти данные обобщаются, и выдается задание одной из трех мобильных групп из работников транспортной инспекции, ГИБДД и налоговой инспекции для принятия мер.

Появилась возможность организовать управление большой массой частных перевозчиков, наладить систему профилактики безопасности перевозки пассажиров. Выпуск подвижного состава на линию контролирует механик. Водители проходят стажировку, инструктаж и ежегодное обучение по специальной программе. Централизованно выполняются техническое обслуживание и текущий ремонт.

Для анализа степени организованности системы маршрутных городских перевозок целесообразно обратиться к понятию энтропии.

Энтропия – это количественная мера беспорядка в системе. Чем больше элементов входит в систему (чем больше разных перевозчиков участвуют в организации перевозки пассажиров), тем выше энтропия, тем больше в системе беспорядка. Понятие «энтропия» в настоящее время становится одним из центральных понятий в экономике.

Впервые этот показатель был введен в термодинамике. В статистической физике для измерения энтропии получила применение формула (4.18), известная под названием «энтропия Больцмана».

$$S = k \cdot \ln N, \quad (4.18)$$

где  $S$  – энтропия системы;

$k$  – постоянная Больцмана;

$N$  – статистический вес данного состояния (число элементов, входящих в систему).

Статистический смысл энтропии состоит в том, что энтропия системы, находящейся в определенном состоянии, пропорциональна логарифму числа микросостояний, которыми может быть реализовано данное состояние. Эта формула применима во всех системах - физических, экономических, социальных и других - и позволяет рассматривать энтропию как количественную меру беспорядка в системе [23, 58]. С увеличением числа микросостояний ( $N$ ) увеличивается неопределенность поведения системы. Чем больше величина энтропии, тем больший в системе беспорядок и наоборот.

В нефизических системах постоянную Больцмана ( $k$ ) необходимо заменить другим постоянным коэффициентом, отвечающим природе элементов системы.

Каждому стационарному значению энтропии соответствует определенный уровень порядка в системе (уровень организации системы, при котором процессы увеличения и уменьшения энтропии компенсируют друг друга).

Чтобы учесть изменения, возникающие в системе в результате внешнего воздействия, которое уменьшает ее энтропию, введено понятие условной энтропии. Если состояние системы описывается переменной  $X$ , а  $f(x)$  – ее функция распределения, и на систему воздействует внешнее окружение, описываемое новой переменной –  $Y$  с функцией распределения –  $f(Y)$ , то в результате  $f(x)$  перейдет в условную функцию распределения  $f(x/Y)$ , а энтропия  $S(x)$  – в условную энтропию  $S(x/Y)$ .

Энтропия нескольких переменных имеет следующие важные свойства:

$$\text{а) } S(x \cdot Y) = S(x/Y) + S(Y) = S(Y/x) + S(x); \quad (4.19)$$

$$\text{б) } S(x) > S(x/Y) \quad (4.20)$$

Обобщая энтропию на случай большего числа переменных, выражение для условной энтропии записывается в виде [58]:

$$S(x) > S(x/Y) > S(x/Y_1, Y_2) > \dots \quad (4.21)$$

Значения энтропии, входящие в формулу (4.21), отличаются между собой количеством внешних воздействий на систему (когда влияние внешней среды на систему значительно превышает обратное влияние системы на среду).

Каждому неравенству в формуле (4.21) соответствует определенное значение параметра –  $a$ , который называется степенью открытости системы. Это обобщающий показатель, который отражает величину всех изменений, которые произошли в системе в результате ее взаимодействия с внешней средой. В

абсолютно замкнутой системе  $a = 0$ , в абсолютно разомкнутой системе

$$a = a_{\max} . \quad (4.22)$$

В общем виде

$$0 < a < a_{\max} . \quad (4.23)$$

Абсолютно замкнутая транспортная система, в нашем случае система маршрутных таксомоторных перевозок в городе Волжском, не взаимодействует с окружающей средой. Она не знает потребности в перевозках, распределения потребности в перевозках по времени суток, необходимого рационального типа подвижного состава, рациональной платы за проезд и других факторов (параметров). Чтобы открыть (разомкнуть) систему, необходимо, чтобы осуществлялось воздействие окружающей среды на функционирование системы - в виде планов, графиков, расписаний, смет и т. д. Увеличение воздействия на систему приводит к увеличению числа переменных, необходимых для описания поведения системы. Применительно к ГПОТ к таким параметрам следует отнести: потребное число подвижного состава; модель; режим работы (без выходных, круглосуточно, только днем, только ночью и др.); функции управления и др.

У любой системы имеется критический уровень организации, который зависит от величины внешнего воздействия на систему. Чтобы повысить организованность системы, необходимо увеличить степень ее открытости, в результате начнут преобладать процессы упорядочения. При уменьшении степени открытости происходит дезорганизация системы. Таким образом, размыкание системы приводит к ее упорядочению и самоорганизации, а замыкание – к дезорганизации. Открытая система постоянно находится в процессе взаимодействия с внешним миром (средой).

В основе статистического подхода к определению величины энтропии лежит постулат о бесструктурности частиц, составляющих систему. Бесструктурность означает, что одна частица отличается от другой только порядковым номером. Вопрос о том, насколько маленькой (какой) должна быть часть системы, чтобы играть роль бесструктурной частицы в экономических системах (в частности, в транспортных или производственно-транспортных системах), в настоящее время остается без ответа.

Определение понятия элемента системы имеет очень важное значение. Неправильно выбрав ту или иную часть системы в качестве элемента системы, можно получить дезорганизацию там, где на самом деле происходит самоорганизация, и наоборот.

Транспортной отрасли присуща иерархическая структура связей между критериями эффективности для всей транспортной сферы и частными, локальными критериями эффективности для отдельных комплексов, звеньев и компонентов на различных уровнях иерархии. Такая структура позволяет анализировать интересы общества на различных уровнях, более объективно ориентироваться в выборе показателей эффективности, выявить связи между показателями эффективности перевозочного процесса на различных уровнях. Учитывая, что система показателей эффективности транспортного производства должна ориентировать коллективы предприятий на достижение лучших конечных результатов деятельности, необходимо определить цели транспортной отрасли различных уровней.

Для определения цели перевозочного процесса использовалась методика, основанная на принципе деления сложной проблемы на более мелкие проблемы (декомпозиция) до тех пор, пока подпроблема не сможет быть всесторонне и достаточно надежно описана аналитически и количественно оценена экспериментально.

# УРОВНИ:

7. Федеральный

6. Межотраслевой

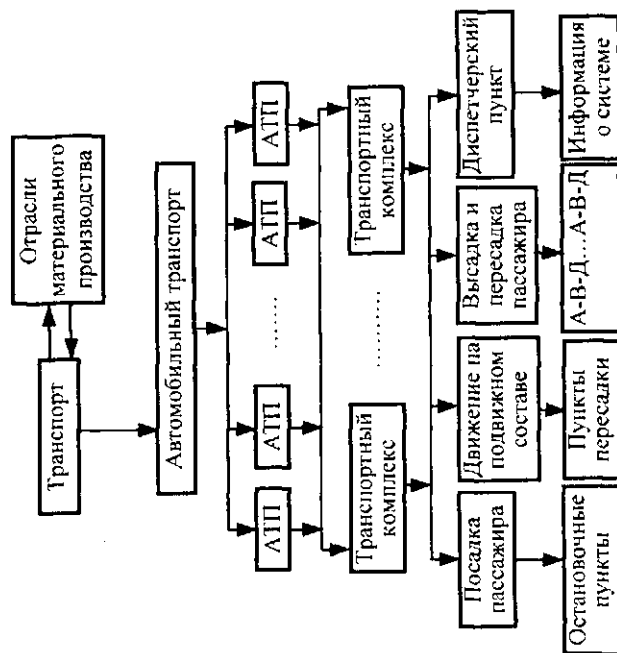
5. Отраслевой

4. Территориальный

3. Перевозочных комплексов

2. Звеньев

1. Компонентов



# ЦЕЛИ:

Пропорциональное развитие отраслей материального производства

Соответствие провозных возможностей транспорта потребностям отрасли и

Полное и своевременное удовлетворение потребностей других отраслей и населения в перевозках

Эффективность функционирования транспортных комплексов

Максимальная эффективность перевозочного процесса

Пропорциональное функционирование перевозочных звеньев

Наивысшая производительность труда

Рис. 4.33. Иерархическая структура уровней и целей транспортной отрасли (при перевозке пассажиров)

Иерархическая структура целей, построенная на логической основе, сверху вниз, имеет семь уровней (рис. 4.33): федеральный, межотраслевой, отраслевой, территориальный, перевозочных комплексов, звеньев и компонентов. Цели последующего уровня обеспечивают выполнение задач, стоящих перед предыдущим уровнем.

Седьмой уровень – федеральный – преследует одну глобальную цель – пропорциональное развитие отраслей материального производства. Принятие в качестве «верхушки целей» одного из основных экономических законов развития общества позволяет увязать развитие всей транспортной отрасли с потребностями общества. Определив глобальную цель, можно определить задачи, которые следует выполнять на нижележащих уровнях для того, чтобы достичь этой цели.

Шестой уровень – суперсистема – отрасль материального производства – транспорт -- призван обеспечить наиболее эффективное функционирование определенной отрасли материального производства, или удовлетворение потребности населения в перевозках. Эта цель достигается оптимизацией межотраслевого функционирования. На этом уровне поставленная цель может быть достигнута, если провозные возможности транспорта будут соответствовать потребностям отрасли в своевременном перемещении грузов и пассажиров. Минимальный уровень затрат, связанных с перевозками грузов и пассажиров в отдельных отраслях материального производства, является основной целью транспорта, отвечающей интересам общества. Следует учитывать, что минимальные затраты транспортной отрасли необходимо рассматривать с точки зрения создания условий для повышения эффективности определенной отрасли.

Пятый уровень – автотранспортная отрасль материального производства. На автотранспорте важнейшая цель – полное и

своевременное удовлетворение потребностей отраслей материального производства и населения в перевозках.

Четвертый уровень – территориальный – представляет собой транспортные предприятия, созданные для организации перевозок грузов и пассажиров. Предприятие оценивает различные варианты перемещения грузов и пассажиров, ищет возможные стимуляторы для усиления функционирования перевозочных комплексов и создания перевозочных комплексов будущего, обобщает и разрабатывает требования к подвижному составу. Оно образует своеобразный контур, в котором возможности и цели трактуются как взаимно адаптирующиеся входы. На этом уровне решаются вопросы стратегии перевозочных комплексов: развитие транспортной сети, определение рациональных маршрутов и т. д. Цель транспортного предприятия – обеспечить максимальную эффективность перевозочных комплексов.

Третий уровень – перевозочные комплексы – представляет собой комплексы, которые можно интегрировать и оценивать, т. е. определять, являются ли альтернативные варианты лучше или хуже исходного варианта. Перевозочный комплекс создается для выполнения общественной функции – перемещения груза и пассажиров от места производства (посадки пассажиров) до места потребления (объекта тяготения). Возможности комплекса ограничиваются не только его рамками, но и инерцией, присущей различным его компонентам. Этот уровень решает тактические цели – выполнение определенных перевозок по конкретному маршруту или маршрутам с максимальной эффективностью. Цель этого уровня – максимальная эффективность перевозочного процесса.

Второй уровень – звенья. Учитывая, что деятельность перевозочного комплекса носит многообразный характер, а любой отдельно взятый компонент, ввиду своей ограниченности, не может выполнить функции комплекса, функции между

компонентами внутри перевозочного комплекса разделены и специализированы.

Это приводит к тому, что добавление нового компонента ведет не к перестройке перевозочного комплекса, а к изменению связей между звеньями. Состав звеньев имеет большое значение в вопросах структурной организации возможных видов деятельности перевозочного комплекса. Наиболее важные функции комплекса неиерархического характера – это посадка, движение на подвижном составе, высадка и пересадка пассажиров. Каждое звено имеет свои цели и задачи, подчиненные концепциям комплекса. Цели звена введены для более ясной формулировки функций комплекса, цели которого заключаются не в простом соединении целей и интересов звеньев, входящих в интегрированную единицу, а образуют качественно новые свойства. Организационная структура транспортного комплекса предполагает оптимизацию как состава звеньев, образующих данный комплекс, так и внутренней структуры этих звеньев, компонентов и взаимосвязей между последними. Основная цель этого уровня – установление определенной пропорциональности между звеньями.

Первый уровень – компоненты. На этом уровне происходит конкретная реализация перевозок пассажиров. Основные компоненты перевозочного комплекса – пункты посадки и высадки пассажиров, диспетчерские пункты и их служащие, автомобили и водители, автомобильные дороги, служащие средством транспортных связей между пунктами посадки и высадки пассажиров. В основе перемещения пассажиров от места посадки до объекта тяготения лежит функционирующий компонент: автомобиль – водитель – дорога (А-В-Д), – представляющий начальный уровень иерархической структуры транспортной отрасли. Цель этого уровня – наивысшая производительность труда – является сквозной от компонента до отрасли и межотраслевого уровня. На каждом уровне эта цель проявляется по-своему. На

уровне компонентов производительность труда индивидуальная, на уровне звеньев – локальная, а начиная с уровня перевозочных комплексов - общественная производительность труда. Не каждое повышение индивидуальной и локальной производительности труда означает повышение производительности общественного труда.

Анализ структуры транспортной отрасли показывает, что основными объектами воздействия становятся перевозочные комплексы. В качестве подсистемы управления выступает автотранспортное предприятие, а окружающая среда – организации и предприятия, обслуживаемые ими. Основная цель перевозочного комплекса заключается в обеспечении максимальной эффективности перевозочного процесса. Для того чтобы квантифицированно оценить эффективность перевозок и на этой основе управлять ею, необходимо определить показатель эффективности перевозочного процесса, который отражал бы общественную эффективность перевозок и факторы, влияющие на нее, установить нормативные данные эффективности для конкретных условий перевозок.

Если рассматривать систему маршрутных таксомоторных перевозок изолированно от других систем городского общественного маршрутного транспорта, то при определении структурного элемента необходимо: определить цель рассматриваемой системы; найти закономерности в системе, которые непосредственно связаны с выполнением цели; определить ту наименьшую часть системы, которая подчиняется этим закономерностям.

Основными компонентами такой системы будут являться автомобили и водители маршрутных таксомоторов, а также должностные лица, в обязанности которых входит организация этих перевозок. С позиции выполнения цели транспортной системы – обеспечение своевременной и качественной перевозки пассажиров - основным перевозочным компонентом будет являться определенный маршрут. Исходя из этого, за структурный элемент

следует принять совокупность таксомоторов и других компонентов, работающих на маршруте.

В формулу (4.18) определения энтропии системы входит параметр  $k$  – постоянный коэффициент, отвечающий природе элементов системы. В настоящее время значение этого коэффициента для перевозочных систем неизвестно. Да и само понятие – оценка степени организованности системы с помощью показателя энтропии системы – в практике организации перевозок не использовалось. В настоящем разделе сделана попытка оценить уровень организованности маршрутных таксомоторных перевозок с помощью этого показателя.

Чтобы выявить закономерность влияния изменения величины энтропии на производительность маршрутного таксомотора, необходимо исключить из формулы (4.18) коэффициент  $k$ . Для этого определялась не энтропия, а изменение величины энтропии с изменением  $N$ , т. е. отношение энтропии исследуемого года к базовой.

$$\omega = \frac{k \cdot \ln N_i}{k \cdot \ln N_\delta} = \frac{\ln N_i}{\ln N_\delta}, \quad (4.24)$$

где  $\omega$  – коэффициент отношения энтропии исследуемого года к базовой;

$N_i$  – число структурных элементов, входящих в систему в исследуемом периоде;

$N_\delta$  – число структурных элементов системы в базовом периоде.

В табл. 4.37 приведены данные для определения влияния изменения энтропии системы городских маршрутных таксомоторных перевозок на производительность подвижного состава.

Для обеспечения численного анализа последствий тех или иных управляющих воздействий на поведение маршрутной таксомоторной системы (экономического объекта), в модели перспективного анализа должны входить такие управляющие

переменные, на которые можно воздействовать практически, т. е. изменять их значения.

Таблица 4.37

**Показатели функционирования маршрутной  
таксомоторной системы в г. Волжском**

| Показатель                                              | Изменение показателя по годам |       |       |       |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|                                                         | 1998                          | 1999  | 2000  | 2001  |
| Число единиц подвижного состава, ед.                    | 60                            | 122   | 230   | 372   |
| Число маршрутов (N), шт.                                | 7                             | 9     | 11    | 18    |
| Значение натурального логарифма (LnN)                   | 1,946                         | 2,197 | 2,397 | 2,89  |
| Производительность одного таксомотора в год, тыс. пасс. | 23,4                          | 20,1  | 19,5  | 14,0  |
| Изменение энтропии по отношению к 1998 г.               | —                             | 1,129 | 1,231 | 1,485 |
| Снижение производительности по отношению к 1998 г.      | —                             | 1,164 | 1,20  | 1,671 |

Данные, приведенные в табл. 4.37 и на рис. 4.34, показывают, что использование показателя – отношение величины энтропии маршрутной таксомоторной системы базового периода к прогнозируемым периодам – может служить хорошим ориентиром для принятия необходимых управленческих решений.

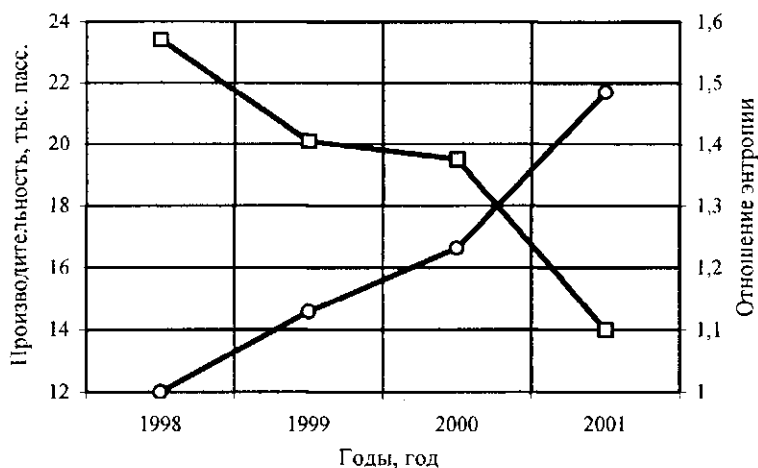


Рис. 3.34. Изменения производительности маршрутных такси и отношения энтропии по годам:  
 —□— — производительность;  
 —○— — отношение энтропии

#### 4.5. Легковые таксомоторные перевозки

Для качественной работы таксомоторов на линии в городе Волжском организовано 17 стоянок такси, на которые составлены паспорта с указанием максимального количества таксомоторов, которые должны находиться на стоянке, в зависимости от местонахождения стоянки. Однако до последнего времени ими пользовались частные автомобилисты, которые незаконно занимаются таксомоторными перевозками, что связано с постоянным уменьшением автомобилей-такси. Данные по изменению числа подвижного состава легковых таксомоторов представлены в табл. 4.38.

Таблица 4.38

**Изменение числа подвижного состава легковых таксомоторов**

| Показатель                             | Изменение показателя по годам |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                        | 1990                          | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
| Количество автомобилей<br>– такси, ед. | 362                           | 273  | 178  | 165  | 140  | 138  | 99   | 73   | 49   | 17   | 74   |

На конец 1999 года у ЗАО «Трансторг» оставалось 6 автомобилей-такси, которые позже были распроданы и вместо них куплены 7 ед. ГАЗ-3110, к тому же в городе был открыт ряд новых предприятий: «Курьер», «Таганрог», «Трансагентство».

До 2000 года объемы перевозок неуклонно сокращались, несмотря на стабилизацию экономического положения в стране. Статистические данные по объему перевозок пассажиров приведены в табл. 4.39.

Таблица 4.39

**Количество пассажиров, перевезенных в период с 1990 по 2000 гг.  
легковыми таксомоторами**

| Показатель                     | Изменение показателя по годам |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|-------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                | 1990                          | 1991  | 1992  | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
| Объем перевозок,<br>тыс. пасс. | 6081                          | 846,8 | 677,4 | 592  | 230  | 19   | 9    | –    | 21   | 20   | 39,7 |

Невысокий уровень объемов перевозок пассажиров автомобилями объясняется не только наличием большого количества людей, проживающих в городе Волжском с низкой заработной платой, но и увеличением владельцев личных автомобилей.

Таблица 4.40

## Количество выполненных заказов легковыми таксомоторами

| Показатель                          | Изменение показателя по годам |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                     | 1990                          | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
| Количество выполненных заказов, шт. | 5475                          | 4928 | 4563 | 4380 | 4015 | 3833 | 3468 | 3500 | 1892 | 3012 | 3943 |

Невысокий уровень получения заказов от населения на перевозки таксомоторами объясняется высокими тарифами. Плата за один километр пути составляет 15 рублей для физических лиц и 40 рублей - для юридических, в то время как жизненный уровень волжан остается на довольно низком уровне.

Эффективность использования парка подвижного состава легковых такси и провозные возможности его характеризуют следующие технико-эксплуатационные показатели: коэффициент технической готовности подвижного состава, коэффициент выпуска подвижного состава на линию, коэффициент использования пробега, продолжительность работы на линии (время в наряде), скорость движения (техническая и эксплуатационная) и т. д.

Численность автомобилей парка, находящихся в исправном состоянии, характеризуются коэффициентом технической готовности и коэффициентом использования.

Динамика изменения коэффициента технической готовности и использования парка с 1990 года по 2000 гг. представлены в табл. 4.41.

Динамика изменения коэффициента использования парка показывает, что за последний год этот показатель уменьшился в 1,15 раза, но остается еще на довольно высоком уровне.

Основными показателями, определяющими результативность, работы подвижного состава, являются: производительность подвижного состава – выработка в пассажирах и пассажиро-

километрах, общий пробег, платный пробег, количество ездов (рейсов).

Таблица 4.41

**Изменение коэффициента технической готовности  
легковых таксомоторов**

| Показатель                               | Изменение показателя по годам |      |      |       |       |       |       |      |       |       |      |
|------------------------------------------|-------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|
|                                          | 1990                          | 1991 | 1992 | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997 | 1998  | 1999  | 2000 |
| Коэффициент<br>технической<br>готовности | 0,78                          | 0,82 | 0,69 | 0,73  | 0,85  | 0,79  | 0,76  | 0,71 | 0,87  | 0,92  | 0,78 |
| Коэффициент<br>использовани<br>я парка   | 0,573                         | 0,60 | 0,51 | 0,562 | 0,603 | 0,597 | 0,577 | 0,58 | 0,679 | 0,703 | 0,61 |

Общий пробег подвижного состава в 2000 году меньше в 59 раз по сравнению с 1990 годом, хотя за последний год он и вырос на 74% (табл. 4.42).

Таблица 4.42

**Данные о пробеге автомобилей-такси**

| Рассматриваемые<br>годы | Общий пробег парка,<br>тыс. км | Платный<br>пробег, км | Среднесуточный<br>пробег, км |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1990                    | 55722,6                        | 32192,1               | 421                          |
| 1991                    | 32778                          | 18936,5               | 320                          |
| 1992                    | 21423,6                        | 123376,8              | 329,7                        |
| 1993                    | 11902                          | 6876                  | 197                          |
| 1994                    | 5966                           | 3447                  | 116,7                        |
| 1995                    | 3742                           | 2162                  | 74,3                         |
| 1996                    | 2168,7                         | 1252,9                | 60                           |
| 1997                    | 840,1                          | 398,6                 | 31,5                         |
| 1998                    | 673                            | 314,8                 | 37,7                         |
| 1999                    | 542,3                          | 201,1                 | 87,4                         |
| 2000                    | 945,6                          | 642,4                 | 35                           |

Среднесуточный и платный пробеги автомобилей-такси зависят от времени нахождения их на линии, технической скорости движения, условий движения, простоя на стоянках в ожидании пассажиров, загруженности таксомотора, то есть количества поездок пассажиров, и других факторов.

Таблица 4.43

**Изменение производительности одного  
автомобиля-такси**

| Показатель                                        | Изменение показателя по годам |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                   | 1990                          | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
| Производительность одного автомобиля-такси, пасс. | 2759                          | 3014 | 3722 | 3347 | 1818 | 1181 | 684  | 366  | 350  | –    | 537  |

#### 4.6. Перспективный для города Волжского транспорт

Работа городского маршрутного пассажирского транспорта затрагивает интересы большей части населения страны. Однако в результате проводимых экономических реформ постоянно снижается эксплуатационный парк маршрутных автобусов и трамваев. Подвижной состав изношен и перестал обеспечивать потребности городского населения в перевозках. Одна из насущных проблем, стоящая в настоящее время перед транспортом – это модернизация транспортной системы России [28]. Одним из путей выхода из создавшейся ситуации является использование на перевозке городского населения наиболее эффективного вида городского транспорта.

Согласно СНиП-II-60-75, в городах с населением 250-500 тыс. человек распределение перевозок между видами транспорта должно быть следующим: трамвай – 25%, троллейбус – 25%, автобус 50% [22].

Однако, как показывает статистика, развитие городского электрического транспорта за последние годы не соответствует рекомендациям СНиПа.

Исследование работы идентичных автобусных и троллейбусных маршрутов в г. Волгограде и г. Волжском показывает, что в городах с населением свыше 250 тыс. человек на направлениях с устойчивым пассажиропотоком более 6 тыс. пасс./час троллейбус эффективнее автобуса.

В табл. 4.44 приведены обобщенные показатели работы автобусов Икарус-280 и троллейбусов ЗиУ-9 в сходных эксплуатационных условиях.

Таблица 4.44

**Показатели работы автобусов Икарус-280  
и троллейбусов ЗиУ-9**

| Показатель                                              | Единица измерения | Автобусный маршрут г. Волжский | Троллейбусный маршрут г. Волгоград |
|---------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 1. Длина маршрута                                       | км                | 10,6                           | 12                                 |
| 2. Число остановок                                      | ед.               | 18                             | 21                                 |
| 3. Число транспортных средств, работающих на маршруте   | ед.               | 22                             | 36                                 |
| 4. Техническая скорость                                 | км/ч              | 25,75                          | 25,29                              |
| 5. Перевезено пассажиров за год                         | тыс. пасс.        | 6429                           | 7855                               |
| 6. Годовой пробег транспортных средств                  | тыс. км           | 2018,6                         | 2393,9                             |
| 7. Среднесуточный пробег единицы транспортного средства | км                | 251                            | 182                                |

| Показатель                                                         | Единица измерения | Автобусный маршрут г. Волжский | Троллейбусный маршрут г. Волгоград |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 8. Доходы                                                          | тыс. руб.         | 5841                           | 3063                               |
| 9. Расходы                                                         | тыс. руб.         | 10662                          | 8630                               |
| 10. Себестоимость перевозок                                        | руб./пасс.        | 1,66                           | 1,10                               |
| 11. Себестоимость 1 км пробега                                     | руб./км           | 5,28                           | 3,60                               |
| 12. Годовые затраты при замене автобусов Икарус-280 на троллейбусы | тыс. руб.         | 7266,9                         | —                                  |

На рис. 4.36 показано распределение технической скорости движения автобусов и троллейбусов, а на рис. 4.37 – закономерности распределения отказов автобусов и троллейбусов по техническим неисправностям. Полученные данные показывают, что при равных условиях эксплуатации надежность выполнения перевозок пассажиров троллейбусами в два раза выше, чем автобусами.

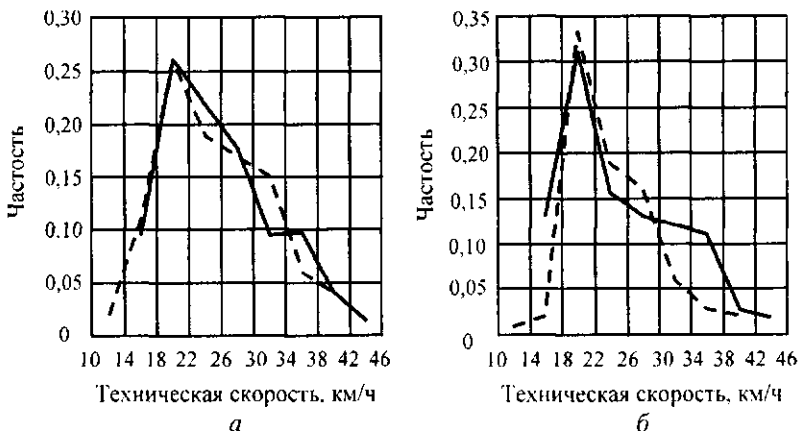


Рис. 4.36. Распределение технической скорости движения:

а – в часы пик; б – в межпиковые часы;

— — автобусы; - - - - троллейбусы

Исследования показали, что замена в г. Волжском только на одном маршруте подвижного состава (автобусов на троллейбусы) снижает эксплуатационные затраты на 3395 тыс. руб., повышает надежность и экологичность перевозок.

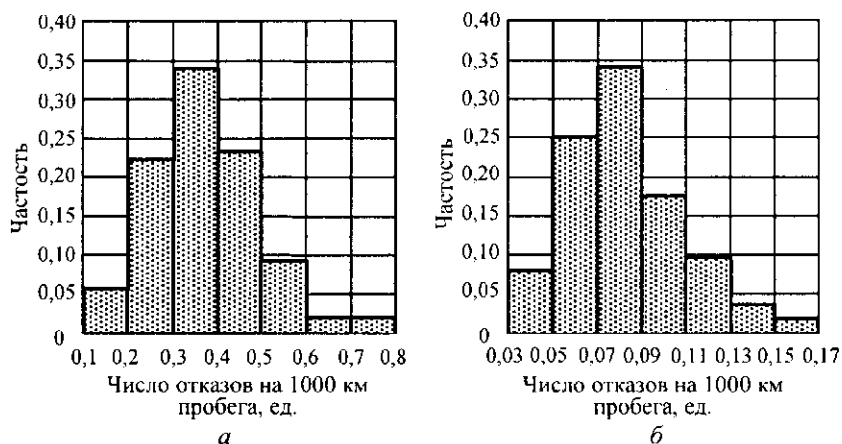


Рис. 4.37. Распределение числа отказов на 1000 км пробега:  
а – автобусов Икарус-280; б – троллейбусов ЗиУ-9

Для более полного удовлетворения потребностей населения города в перевозках в 2001 году научно-исследовательский институт горэлектротранса Минтранса Российской Федерации разработал проект строительства в г. Волжском троллейбусных линий. Актуальность проекта обусловлена необходимостью улучшения экологической обстановки в городе с использованием на наиболее напряженном направлении маршрутной сети города троллейбусного транспорта вместо автобусов.

Намечаемая линия троллейбусного транспорта пересекает всю селитебную территорию города с запада на восток. Она начинается на площади Строителей, проходит по проспекту Ленина до площади Ленина, по улице Энгельса до Волжского

подшипникового завода, по улице Химиков до площади Труда и далее по улице Мира до 37-го микрорайона. Население прилегающих к намечасмой троллейбусной линии селитебных районов составляет около 174 тыс. чел. или 58% от всего населения города.

Для выявления закономерностей формирования пассажирских потоков на этом направлении были проведены необходимые обследования. Обследования проходили в рабочие дни и велись с 7 до 19 часов. Эти часы охватывают утренний и вечерний «пики», а также межпиковое время. Практика проведения полных обследований пассажирских перевозок в городах России (Курган, Калуга, Сургут и др.) с числом населения 250-500 тыс. чел. показала, что на этот период приходится от 83,5 до 87,7% суточных объемов пассажирских перевозок.

Расчет потребного числа троллейбусов в движении велся исходя из необходимости освоения «пиковых» пассажирских потоков с учетом времени оборота подвижного состава, длины маршрута и эксплуатационной скорости. При этом вместимость подвижного состава в часы «пик» принималась исходя из стопроцентного заполнения мест для сидения и при 5-ти стоящих пассажиров на 1 м<sup>2</sup> свободной площади пола. Данные результатов расчетов приведены в табл. 4.45.

Таблица 4.45

**Исходные данные для проектирования  
строительства троллейбусного транспорта в г. Волжском**

| Показатель                                                    | Единица измерения | Значение показателя |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| 1. Протяженность эксплуатационной линии в 2-путном исчислении | км                | 11,6                |
| 2. Количество подвижного состава в движении                   | ед.               | 26                  |
| 3. Количество инвентарных троллейбусов                        | ед.               | 30                  |
| 4. Суточный объем перевозок                                   | пасс.             | 67304               |

| Показатель                                                                                                                                | Единица измерения | Значение показателя |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| 5. Выполненные пассажиро\километры                                                                                                        | пасс. км          | 276212              |
| 6. Средняя дальность поездки пассажира                                                                                                    | км                | 4,1                 |
| 7. Эксплуатационная скорость                                                                                                              | км/ч              | 17                  |
| 8. Время работы на линии                                                                                                                  | час               | 11                  |
| 9. Вместимость исходя из полного заполнения мест для сидения, с учетом 5-ти стоящих пассажиров на 1 м <sup>2</sup> свободной площади пола | пасс.             | 83                  |
| 10. Коэффициент выпуска троллейбусов на линию                                                                                             |                   | 0,85                |
| 11. Коэффициент использования вместимости                                                                                                 |                   | 0,68                |
| 12. Годовой объем перевозок                                                                                                               | тыс. пасс.        | 24566               |
| 13. Годовой пробег троллейбусов                                                                                                           | тыс. км           | 1774                |

В состав инфраструктуры троллейбусного транспорта, кроме контактной сети, входят следующие объекты:

- станция технического обслуживания троллейбусов на инвентарный парк 30 ед. (с возможностью расширения до 50 ед.);
- тяговые подстанции (2 шт. новых, 3 шт. реконструированных);
- конечная подстанция – 1 шт.

Таблица 4.46

**Калькуляция себестоимости троллейбусных перевозок, тыс. руб.**

| Статьи затрат                             | Величина затрат, тыс. руб. |
|-------------------------------------------|----------------------------|
| 1. Заработная плата, в том числе:         | 4644                       |
| основная зарплата                         | 387                        |
| дополнительная                            | 774                        |
| 2. Начисления на зарплату (35,6%)         | 1653                       |
| 3. Смазочные и эксплуатационные материалы | 78                         |

| Статьи<br>затрат                | Величина<br>затрат, тыс. руб. |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 4. Материалы и запасные части   | 1032                          |
| 5. Износ и ремонт шин           | 363                           |
| 6. Капитальный ремонт           | (6250)                        |
| 7. Электроэнергия на движение   | 1878                          |
| 8. Коммунальные платежи         | 650                           |
| 9. Прочие затраты               | 433                           |
| 10. Амортизация                 | 6221                          |
| 11. Налоги на землю и имущество | 1500                          |
| Итого                           | 24712                         |

Предусматривается создание инвентарного парка троллейбусов в размере 30 ед. с возможностью увеличения в перспективе до 50 единиц. Суммарный потребный объем инвестиций в проект составляет 94825 тыс. руб. (в ценах 2001 г.). Инвестиции должны окупиться через 4,5 года с момента начала реализации проекта. Бюджетная эффективность проекта составляет около 10 млн. руб. ежегодных суммарных налоговых поступлений в среднем за 10 лет, в том числе:

- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| - федеральный бюджет  | - 5,3 млн. руб.; |
| - региональный бюджет | - 3,0 млн. руб.; |
| - местный бюджет      | - 1,7 млн. руб.  |

## **5. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

Критерий эффективности в применении к транспорту – это форма качественно-количественного выражения цели транспортного обслуживания населения, в которой проявляется вся система взаимосвязей и взаимодействий транспортной сети.

Сложность и трудность состоит в том, что нет единства в понимании и определении критерия эффективности транспортной системы.

До настоящего времени под критерием оптимальности системы понимаются ее стоимостные показатели, т. е. определенный уровень развития транспортных средств при наименьших эксплуатационных затратах.

Сложилось положение, когда на автомобильном транспорте эффективность общественного производства пассажирских перевозок, прежде всего, определяется эффективностью использования подвижного состава, от которого зависит производительность труда, себестоимость перевозок, размер прибыли и уровень рентабельности автотранспортной организации.

В работе [39] отмечается: «Если исходить при сравнении вариантов только из текущих затрат, т. е. выбирать те варианты, при которых текущие затраты наименьшие, то это означало бы, что фонды капитальных вложений и накопления безгранично велики, и всегда целесообразны варианты, требующие применения наиболее передовой, сложной и дорогой техники. На самом деле это не так, фонды накопления и капитальных вложений ограничены. Надо

учесть, что капитальные вложения – это не только деньги, они выражаются не только в стоимостях, но и в натуре, в вещах, оборудовании и т. д. Вот почему приходится считаться с дефицитностью капитальных вложений...».

Оценка эффективности хозяйственных мероприятий определяется как разность между результатами производства и затратами производственных ресурсов [39]. Приведенные народнохозяйственные затраты определяются:

$$S = \frac{\sum C + E_n K}{Q}, \quad (5.1)$$

где  $S$  – приведенные народнохозяйственные затраты, руб./пасс.;

$\sum C$  – величина суммарных текущих затрат, руб.;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K$  – капитальные вложения в комплекс технических средств, руб.;

$Q$  – годовой объем перевозок, пасс.

Необходимыми исходными величинами для расчета показателя экономической эффективности являются объем капиталовложений и эксплуатационные расходы. Для этого используют показатель суммарных приведенных затрат, дающий возможность рассматривать капиталоемкость системы перевозок – с точки зрения расходов на ее функционирование.

Необходимо учитывать, что капиталовложения и эксплуатационные расходы – по своей сути разные категории стоимостных показателей, имеют различные размерности (капиталовложения определяются на весь период строительства проектируемых транспортных сооружений, а эксплуатационные затраты рассчитываются на год их работы), которые суммировать нельзя.

Расчет приведенных строительно-эксплуатационных затрат в проектах осуществляется с помощью нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений –  $E$ , принятого равным 0,08 для всех транспортных систем и сооружений со сроком окупаемости 12 лет (по рекомендации ИКТП) [12].

Одним из обобщающих показателей эксплуатационной деятельности пассажирского предприятия является себестоимость перевозок. Эксплуатационные расходы представляют собой текущие затраты по эксплуатации, обеспечению и ремонту транспортных сооружений, подвижного состава и оборудования, а также расходы по содержанию обслуживающего персонала. В эксплуатационные расходы включаются затраты по следующим статьям: заработная плата с начислениями, амортизационные отчисления, все виды ремонтов постоянных устройств и подвижного состава, топливо и электроэнергия, материалы, все текущие издержки и прочие расходы. (В издержках транспорта отсутствуют затраты на сырье, поэтому высокий уровень заработной платы, по сравнению, например, с промышленностью). По величине этого показателя можно довольно точно охарактеризовать работу каждого вида городского пассажирского транспорта. Расчетными единицами себестоимости являются затраты на выполнение пассажира\километра, одного место\километра, одного вагона (машины)\километра.

Показатель себестоимости перевозок одного пассажира не учитывает средней дальности поездки. Средняя дальность поездки является очень важным показателем при городских пассажирских перевозках, так как дальность поездки на различных видах городского транспорта не одинакова. Показатели себестоимости одного вагона (машины)-километра и одного место-километра не учитывают наполнение подвижного состава и остаются постоянными независимо от количества перевезенных пассажиров.

Для получения показателей фактической себестоимости перевозки одного пассажира или выполненного одного пассажиро\километра необходимо знать сумму всех эксплуатационных расходов за определенный период времени (обычно год), количество перевезенных пассажиров и выполненной перевозочной работы за этот период.

Показатели фактической себестоимости имеют тенденцию роста, что когда-то объяснялось использованием более совершенного подвижного состава, улучшением условий поездки пассажиров, предоставлением им большего комфорта и повышением эксплуатационных расходов. В настоящее время это объясняется другими причинами.

Основным недостатком этого критерия является то, что этот показатель не отражает саму сущность пассажирского обслуживания, т. е. удовлетворение спроса населения на различные перевозки.

В качестве одного из критериев, учитывающих социальное значение результатов функционирования транспорта, может быть использовано время, сэкономленное за поездку, отраженное в стоимости 1 пассажиро\часа.

Определение стоимости пассажиро\часа имеет условный, усредненный характер, так как включает ряд факторов, фактическое значение которых либо вообще неизвестно, либо очень трудно определимо (оценка значимости денежных временных расходов у каждого члена общества сугубо индивидуальна). Попытки установить численное значение этого показателя имеют вполне серьезные основания, так как пребывание пассажиров в пути представляет собой не что иное, как потерю рабочего и свободного времени. Свободное время образует особую социально-экономическую структуру, в рамках которой совершается процесс воспроизводства рабочей силы, являющейся частью общего процесса обеспечения жизнедеятельности людей

[59]. Введение этого показателя позволяет экономически обосновать вариант с более дорогостоящим подвижным составом, но с меньшими затратами времени пассажира на поездки, что дает обществу определенный выигрыш за счет ускорения перевозок, а также определить потери общества от несоответствия (отставания) провозных возможностей транспортной сети от транспортной подвижности населения. Для этого необходима методика обоснования его количественной величины, так как в случае неправильной оценки 1 часа можно прийти к необоснованным рекомендациям.

Оценка стоимости 1 пассажиро\часа различными исследователями колеблется от 20 до 60 и более копеек. Отдельные исследователи, помимо средней стоимости 1 пассажиро\часа для всего пассажиропотока, считают целесообразным выделить стоимость «делового» пассажиро\часа, рекомендуя оценить его в пределах 0,8-1,0 руб. Американские исследователи определили стоимость 1 пассажиро\часа до 1,8-2 дол. в обычное время и до 3 дол. - в часы пик [59].

В Англии экономия времени для деловых поездок выражалась величиной, равной ставке заработной платы, плюс накладные расходы, а для других поездок – 1/4 ставки заработной платы [50].

Применение экономической оценки свободного времени – одного пассажиро\часа - дает возможность сравнивать эффективность использования различных видов городского транспорта.

Констатация статистических данных по протяженности сети, эксплуатируемым видам транспорта, количеству единиц подвижного состава и его технико-эксплуатационным показателям, объему перевезенных пассажиров и другому не могут в полной мере ответить на следующие вопросы. Насколько рациональна существующая комбинация видов транспорта? Насколько оптимальна маршрутно-транспортная сеть? Насколько транспорт удовлетворяет потребности населения в перевозках? Как при

имеющейся транспортной системе улучшить уровень обслуживания населения?

Общая эффективность отражает отношение получаемых результатов к затратам на их получение. В отраслях народного хозяйства это соотношение может быть выражено ростом национального дохода, прибылью, приростом продукции, снижением себестоимости выпускаемой продукции и др. В городском пассажирском общественном транспорте, поскольку эффективность его функционирования носит ярко выраженный социальный характер и не является однозначной, требуются другие показатели соотношения затрат и результатов.

Существующие методы определения экономической эффективности в применении к пассажирскому транспорту не совершенны, не объективны в сложившейся системе технико-экономических показателей оценки его работы. Показатели эффективности должны быть ориентированы на решение более широких социально-экономических задач. Такие показатели, как цена, прибыль, доходы, возможно, являются хорошей отправной точкой для определения оптимального соотношения, хотя и не единственной. Но они не могут в полной мере дать характеристику достигнутого состояния на предмет - является ли оно наилучшим из возможных.

Поиски однозначного критерия эффективности транспортного обслуживания населения пока не привели к положительному результату. Поэтому в настоящее время используется многокритериальный подход, т. е. когда целый ряд показателей, отражающих цель транспортного обслуживания, образуют совокупный критерий эффективности, что затрудняет объективную оценку функционирования городских систем общественного маршрутного транспорта.

На рис. 5.1 приведена структура показателей эффективности транспортной системы города, где отражены основные факторы,

влияющие на ее проектирование и эксплуатацию и включающие экономические, технические, социальные и природно-экологические показатели. Если исключить факторы, которые должны учитываться при проектировании и строительстве, то для города со сложившейся транспортной системой к основным показателям, влияющим на эффективность, следует отнести следующие факторы:

- технико-экономические;
- технико-эксплуатационные;
- качество обслуживания пассажиров;
- организационно-технические;
- производственно-бытовые;
- санитарно-гигиенические.

К технико-экономическим показателям относятся: фондовооруженность, фондоотдача, степень использования производственных мощностей, потребность в рабочей силе, производительность труда, расход топлива, энергии и материалов.

Технико-эксплуатационные показатели по каждому виду транспорта включают:

- протяженность транспортной и маршрутной сети, км;
- плотность сети, км/км<sup>2</sup>;
- удельное значение отдельных видов транспорта в перевозочной работе, %;
- средняя вместимость подвижного состава, чел.;
- количество подвижного состава, ед.;
- маршрутный интервал движения, мин.: средний, в час пик;
- эксплуатационная скорость, км/ч;
- средняя скорость перемещения пассажиров по городу, км/ч.

К социальным показателям относятся организационно-технические, производственно-бытовые и показатели качества обслуживания пассажиров.

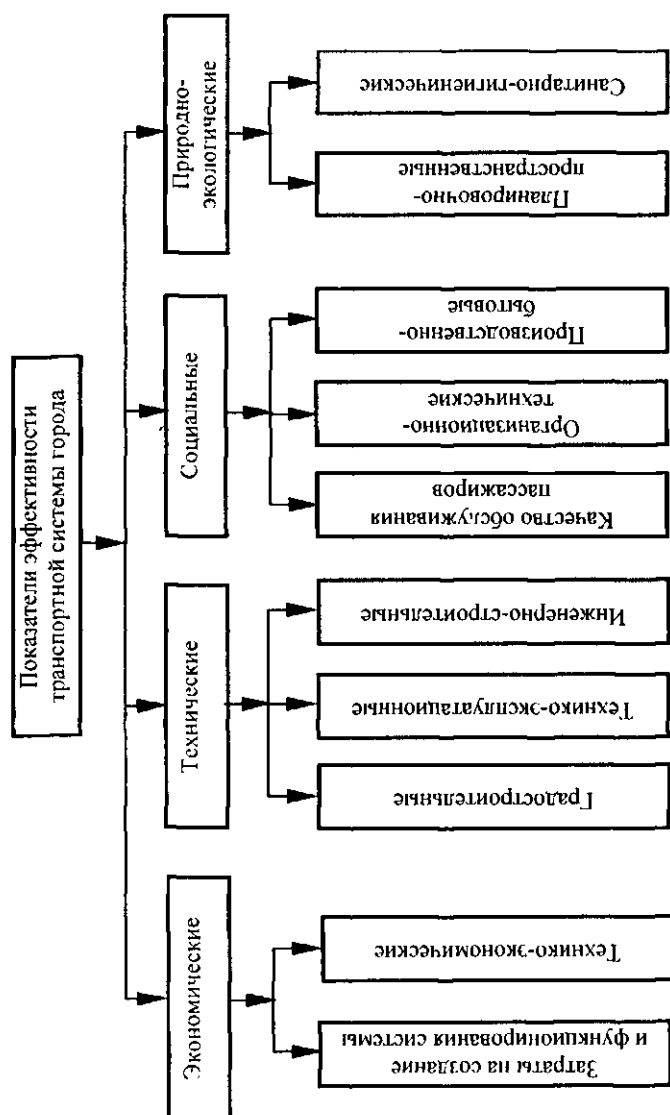


Рис. 5.1. Структура показателей эффективности транспортной системы города

Организационно-технические показатели:

- интервал движения подвижного состава;
- скорость;
- вместимость и наполняемость подвижного состава.

Эти показатели можно оценить (измерить) и планировать определенный их уровень. Организационно-технический уровень транспортного обслуживания считается нормальным при достижении удовлетворительных значений перечисленных показателей (нормативных показателей).

В настоящее время нет точного определения, что такое качество транспортного обслуживания населения и как его оценивать.

С точки зрения пассажира качество транспортного обслуживания представляет собой степень удовлетворения требований населения к системе городского пассажирского общественного транспорта. Любое транспортное средство должно отвечать следующим четырем требованиям:

- безопасность движения;
- скорость передвижения;
- удобство и комфорт поездки;
- низкая оплата перевозки.

Степень безопасности любого вида транспорта оценивается статистическими данными о числе аварий и несчастных случаев за определенный промежуток времени (сутки, месяц, год) и количестве пострадавших при этом людей (погибших и раненых).

Следует отметить, что в России третий год растет аварийность на автомобильном пассажирском транспорте. Причем, половина дорожно-транспортных происшествий приходится на автобусы, принадлежащие индивидуальным предпринимателям [21].

Скорость (время) передвижения является наиболее важным фактором качества обслуживания. Время передвижения зависит (как указывалось ранее) от времени пешего передвижения до

остановки, ожидания подвижного состава, движения на транспорте и других элементов. Если время пешего подхода к остановке 10 мин., а время ожидания более 5 мин., то особенно в суровое зимнее время можно констатировать недостаточный уровень комфорта.

Удобство и комфорт поездки оценивается по двум параметрам – доступность транспортного средства и комфорт поездки в подвижном составе. Доступность транспортных средств определяется расстоянием до остановочного пункта, временем ожидания транспорта на остановках, точностью соблюдения расписания движения, возможностью выбора транспортных средств и маршрутов и надежностью их функционирования, степенью благоустройства остановочных пунктов и подходов к ним.

Комфорт пассажира во время поездки определяется степенью наполнения салона, от которой зависит «транспортная» усталость пассажира. Основным показателем комфорта является коэффициент использования вместимости. Для всех видов транспорта в час пик он не должен быть больше 1,0. В остальное время суток для автобусов не более 0,3, а для трамваев и троллейбусов – 0,25. Другим показателем комфорта перевозки пассажира является предоставление ему места для сидения. В настоящее время доля мест для сидения составляет 20-30% общей вместимости автобуса. (Одно место для сидения требует площади  $0,30-0,45 \text{ м}^2$ , что равносильно 2-3 местам для проезда стоя –  $0,15 \text{ м}^2$ ).

В настоящее время нет общепризнанного определения терминов «комфорт, комфортность, комфортабельность транспортной системы» и нет возможности оценивать эффективность городских транспортных систем по показателям комфортности и безопасности движения.

До экономических реформ (1990 г.) стоимость поездки при достигнутом уровне благосостояния не имела существенного значения и была одной из самых низких в мире и составляла 1,5-2% месячного заработка. В настоящее время, например, в

г. Волжском плата за проезд составляет более 9% месячного заработка.

Любой город теснейшим образом связан с окружающей природной средой. Излишняя концентрация транспорта приводит к загрязнению атмосферы, воды и почвы вредными выбросами. Вредное воздействие испытывает не только природа, но и сам человек, вынужденный проживать в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям. Оценку воздействия транспорта на природно-экологическую ситуацию производят по нормативному уровню загрязнения окружающей среды, вибрации, шума и других видов негативного влияния транспорта на микроклимат города.

Существующий уровень научных исследований и разработок в области совершенствования работы ГПОТ не может обеспечить выработку оптимальных решений, необходимых для коренного улучшения функционирования системы городского пассажирского общественного транспорта.

Проблемы формирования транспортной системы относятся к разряду слабо структурированных или смешанных, которые невозможно полностью сформулировать количественно, так как в них присутствуют и качественные элементы. Количественные элементы имеют численные оценки (транспортная подвижность населения, суммарные затраты времени на поездку и т. д.). Качественные элементы неопределенны, количественные зависимости неизвестны (комфорт, удобство для пассажиров во время поездки, влияние транспорта на производительность труда и т. д.).

Для решения слабо структурированных проблем наиболее приемлемой является методология системного анализа, с помощью которой в процессе исследования системы некоторые ее элементы получают количественное выражение, а связи между ними становятся все более определенными.

Системный подход предполагает использование новейших математических методов и современной вычислительной техники. В процессе анализа создается абстрактная система (математическая), которая служит инструментом для понимания и описания поведения элементов реальной транспортной системы. При системном подходе к исследованию ставится задача выделить и изучить те связи и отношения, которые имеются между элементами транспортной системы. Непременным условием является четкое формулирование единой цели и задач, определение путей наиболее эффективного их решения. Важным моментом является подчинение частных, локальных решений на уровне отдельных подсистем общей конечной цели.

Системный подход к решению проблемы обслуживания населения пассажирским транспортом означает учет взаимосвязей всех элементов транспортной системы, выявление роли каждого из них в общем процессе организации перевозок населения.

Системная методология предназначена для рассмотрения, выбора и обоснования в условиях неопределенности решений, где нельзя основательно экспериментировать (например, изменить схему движения маршрутов общественного пассажирского транспорта), не рискуя привести объект в хаотическое состояние.

Недостатки методологии системного подхода (ограничения):

- невозможность учесть все факторы;
- приближенная оценка эффективности работы транспортной системы и обслуживания населения.

При определении цели учитываются противоречивые требования, предъявляемые к системе с позиции пассажира, транспортного предприятия, оператора, финансовых органов, интересов города в целом.

Проблема совмещения интересов пассажиров и транспортных предприятий с общественными зависит в основном от следующих

факторов: от транспортной подвижности населения (от трудовых и культурно-бытовых передвижений); от провозной возможности пассажирского общественного транспорта (вида, типа и численности подвижного состава) и от уровня организации пассажирских перевозок в городе. При определении транспортной подвижности должно быть четкое разделение трудовых и культурно-бытовых передвижений. Это обусловлено тем, что характер этих передвижений четко разделен по времени суток и направлениям. В утренние и вечерние часы пик основной объем перевозок составляют трудовые передвижения, которые концентрируются в пределах 2-2,5 часов. В вечерние часы пик перевозки пассажиров рассредоточен в большем временном интервале (так как не все пассажиры после работы возвращаются сразу непосредственно домой).

Культурно-бытовые передвижения более равномерно распределены по времени суток. В утренние часы пик они небольшой долей накладываются на трудовые передвижения, в вечерние часы пик – большей величиной, а основная их часть приходится на период с 10 до 16 часов.

Интересы пассажиров:

- минимизация затрат времени и средств на поездки;
- максимизация надежности в работе транспортных средств;
- безопасность и комфорт во время пользования транспортом.

Интересы общества:

- удовлетворение социальных требований населения;
- экономия территории;
- рентабельность работы транспортных подразделений;
- минимизация вредного влияния на здоровье и производительность труда членов общества;
- минимизация вредного влияния транспорта на окружающую природную среду.

Компоненты системы — отдельные виды пассажирского транспорта — отличаются параллельностью в сфере применения, излишней взаимозаменяемостью и состязательностью при выполнении перевозочной работы. Чтобы исключить возможность противоречивости и ненужную конкуренцию, необходимо определить границы рационального действия отдельных видов транспорта и определенный уровень организованности системы.

От степени организованности и управления городской транспортной системой зависит не только рациональное распределение перевозочной работы между отдельными видами транспорта и маршрутами, координация их работы, рациональный выпуск подвижного состава на линию, но, главное — эффективность транспортного обслуживания населения, проявляющаяся прежде всего в более тесном сближении интересов населения города и транспортников, что в конечном итоге приводит к сокращению суммарных затрат средств и времени на поездки.

При этом особое значение приобретают такие факторы как полное и своевременное удовлетворение потребностей населения в перевозках, ускорение передвижения пассажиров, создание необходимого комфорта поездки, осуществление мероприятий, обеспечивающих безопасность движения и сокращение уровня загрязнения окружающей среды, повышение регулярности и частоты движения подвижного состава и др.

При разработке модели оценки эффективности функционирования сети городского общественного пассажирского транспорта учитывалась возможность анализа альтернативных вариантов организации городских пассажирских перевозок, качественно отличающихся друг от друга. На базе прогнозируемого (расчетного) объема пассажирских перевозок, с учетом неравномерности распределения пассажиропотоков во времени и в пространстве определяется нормальный уровень

освоения этих перевозок при условии достижения нормативного транспортного обслуживания населения.

Под нормативным уровнем понимается то состояние, которое, с учетом неопределенности и при наличии риска в выборе правильного курса действий, признается удовлетворительным приближением к тому идеальному оптимуму, которого можно достичь в условиях абсолютно полной информации о будущем и при использовании идеально точных методов обработки этой информации [44]. Как уже отмечалось по рекомендациям [48], рациональное распределение объема пассажирских перевозок в городах III группы с населением 250-500 тыс. чел. должно составлять: трамвасм – 25%, троллейбусом – 25%, автобусом – 50%. Эти данные и приняты в разработанной модели в качестве нормативов при оценке эффективности функционирования городского общественного пассажирского маршрутного транспорта.

На рис. 5.2 приведен линейный граф перевозочного процесса пассажиров, отображающий в более простом виде структуру, взаимосвязи и отношения, как между компонентами перевозочного комплекса, так и между перевозочным комплексом и средой. Перемещение людей в городском пространстве связано с их производственными и культурно-бытовыми нуждами, начинается и заканчивается в квартирах жилых домов, у рабочих мест заводов и фабрик, в аудиториях учебных заведений, в универсамах и магазинах, в кинотеатрах и театрах, в местах массового отдыха и т. д.

На рис. 5.2 обозначено:  $Q(t)$  – потребность в передвижении, пасс.;  $S_a$  – себестоимость перевозок на автобусе, руб./пасс.;  $S_t$  – себестоимость перевозок на трамвае, руб./пасс.;  $S_{тр}$  – себестоимость перевозок на троллейбусе, руб./пасс.;  $R_1$  – дополнительные затраты, связанные с использованием нерационального вида транспорта, руб.;  $R_2$  – дополнительные затраты, связанные с использованием подвижного состава

неоптимальной пассажироместимости, руб.;  $R_3$  – дополнительные затраты, связанные с увеличением платы за проезд при использовании более скоростного вида транспорта, руб.;  $R_4$  – дополнительные затраты, связанные с уровнем организации перевозок, руб.;  $R_5$  – дополнительные затраты, связанные с инерционностью перевозочного процесса, руб.;  $R_6$  – дополнительные затраты, связанные с увеличением себестоимости автобусных перевозок, руб.;  $R_7$  – дополнительные затраты, связанные с увеличением себестоимости трамвайных перевозок, руб.;  $R_8$  – дополнительные затраты, связанные с увеличением себестоимости троллейбусных перевозок, руб.

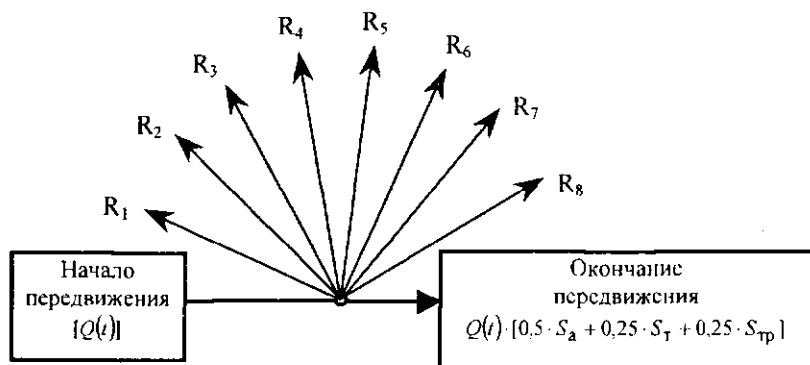


Рис. 5.2. Линейный граф перевозочного процесса пассажиров

Значения отдельных дополнительных затрат, возникающих при выполнении перевозочного процесса, определяются из уравнений (5.2-5.12).

*Дополнительные затраты, связанные с использованием неэкономичного вида подвижного состава:*

$$R_1 = [(Q_a \cdot S_a + Q_T \cdot S_T + Q_{тр} \cdot S_{тр} + Q_{мт} \cdot S_{мт}) - Q(t) \cdot (0,5 \cdot S_a + 0,25 \cdot S_T + 0,25 \cdot S_{тр})], \quad (5.2)$$

где  $Q_a$  – объем перевозок, выполняемый автобусами, пасс.;

$Q_T$  – объем перевозок, выполняемый трамваями, пасс.;

$Q_{тр}$  – объем перевозок, выполняемый троллейбусами, пасс.;

$Q_{мт}$  – объем перевозок, выполняемый маршрутными такси, пасс.;

$S_{мт}$  – себестоимость перевозок, на маршрутном такси, руб./пасс.

*Дополнительные затраты, связанные с использованием подвижного состава неоптимальной пассажироместимости, определяются по каждому подвижному составу. Для автобусного транспорта, учитывая, что составляющие параметры себестоимости перевозок – среднюю дальность поездки пассажира, техническую скорость, время простоя подвижного состава на конечных и промежуточных остановках – можно принять за постоянные величины для различных моделей автобусов, дополнительные затраты составят*

$$R_2 = (C'_{пер} - C_{пер}) \cdot Q_a^H, \quad (5.3)$$

где  $C'_{пер}$  – переменные затраты для используемого подвижного состава, руб./пасс.;

$C_{пер}$  – переменные затраты для подвижного состава рациональной пассажироместимости, руб./пасс.;

$Q_a^H$  – объем перевозок на подвижном составе неоптимальной пассажироместимости, пасс.

Дополнительные затраты, связанные с увеличением платы за проезд при использовании более скоростного типа транспорта (маршрутных такси) определяются:

$$(T' - T) \cdot Q_{\text{MT}}, \quad (5.4)$$

где  $T'$  – тариф за проезд на скоростном типе подвижного состава, руб./пасс.;

$T$  – тариф за проезд на маршрутном типе транспорта, руб./пасс.;

$Q_{\text{MT}}$  – объем перевозок выполняемый скоростным – маршрутным таксомоторным транспортом, пасс.

Одновременно с увеличением стоимости проезда на маршрутном таксомоторном транспорте сокращается время поездки пассажира. Если принять стоимость экономии времени одного пассажира\часа равной  $1/4$  ставки средней заработной платы, то экономия составит:

$$\frac{1}{4} \cdot Z_{\text{T}} \cdot Q_{\text{MT}} \cdot \left( \frac{l_{\text{сп}}}{v_{\text{T}}} - \frac{l_{\text{сп}}}{v_{\text{с}}} \right) = \frac{1}{4} \cdot Z_{\text{T}} \cdot Q_{\text{MT}} \cdot l_{\text{сп}} \cdot \frac{v_{\text{с}} - v_{\text{T}}}{v_{\text{T}} v_{\text{с}}}, \quad (5.5)$$

где  $Z_{\text{T}}$  – средняя часовая тарифная зарплата, руб./ч;

$l_{\text{сп}}$  – средняя длина поездки пассажира, км;

$v_{\text{с}}$  – техническая скорость скоростного подвижного состава, км/ч;

$v_{\text{T}}$  – техническая скорость маршрутного подвижного состава, км/ч.

*Суммарные дополнительные затраты, связанные с использованием более скоростного вида транспорта, определяются выражением*

$$R_3 = (T' - T) \cdot Q_{\text{MT}} - \frac{1}{4} \cdot Z_{\text{T}} \cdot Q_{\text{MT}} \cdot l_{\text{сп}} \cdot \frac{v_{\text{с}} - v_{\text{T}}}{v_{\text{T}} \cdot v_{\text{с}}}. \quad (5.6)$$

*Дополнительные затраты, связанные с уровнем организации перевозок*

$$R_4 = (\omega - 1) \cdot (Q_a \cdot S_a + Q_T \cdot S_T + Q_{TP} \cdot S_{TP} + Q_{MT} \cdot S_{MT}), \quad (5.7)$$

где  $\omega$  – коэффициент, учитывающий изменение энтропии перевозочной системы.

*Дополнительные затраты, связанные с инерционностью перевозочного процесса.*

При  $W_Q > W_K$

$$R_5 = 3_T \cdot (W_Q - W_K) \cdot \frac{l_m}{v_3}, \quad (5.8)$$

где  $W_K$  – провозные возможности перевозочного комплекса, пасс./ч;

$3_T$  – средняя часовая тарифная зарплата, руб./ч;

$l_m$  – средняя длина городского маршрута, км;

$v_3$  – эксплуатационная скорость, км/ч;

$W_Q$  – пассажиропоток в час пик, пасс./ч.

При недостаточной провозной возможности подвижного состава пассажир не уедет своевременно в час пик, а только с определенным опозданием.

При  $W_K > W_Q$

$$R_5 = S \cdot (W_K - W_Q), \quad (5.9)$$

где  $S$  – себестоимость перевозок, руб./пасс.

*Дополнительные затраты, связанные с увеличением себестоимости автобусных перевозок*

$$R_6 = \Delta S_a \cdot Q_a, \quad (5.10)$$

где  $\Delta S_a$  – увеличение себестоимости автобусных перевозок, руб./пасс.

*Дополнительные затраты, связанные с увеличением себестоимости трамвайных перевозок*

$$R_7 = \Delta S_T \cdot Q_T, \quad (5.11)$$

где  $\Delta S_T$  – увеличение себестоимости трамвайных перевозок, руб./пасс.

*Дополнительные затраты, связанные с увеличением себестоимости троллейбусных перевозок*

$$R_8 = \Delta S_{тр} \cdot Q_{тр}, \quad (5.12)$$

где  $\Delta S_{тр}$  – увеличение себестоимости троллейбусных перевозок, руб./пасс.

Если за интервал времени  $(t_1 - t_0)$  потребность в перевозке населения города составит  $Q(t)$  пассажиров, то общественные затраты, связанные с удовлетворением этой потребности будут равны

$$Q(t) \cdot [0,5 \cdot S_a + 0,25 \cdot S_T + 0,25 \cdot S_{тр}]. \quad (5.13)$$

Фактические затраты будут складываться из следующих составляющих

$$\begin{aligned} & Q(t) \cdot (0,5 \cdot S_a + 0,25 \cdot S_T + 0,25 \cdot S_{тр}) + [(Q_a \cdot S_a + Q_T \cdot S_T + \\ & + Q_{тр} \cdot S_{тр} + Q_{мг} \cdot S_{мг}) - Q(t) \cdot (0,5 \cdot S_a + 0,25 \cdot S_T + 0,25 \cdot S_{тр})] + \\ & + (C'_{пер} - C_{пер}) \cdot Q_a^H + [(T' - T) \cdot Q_{мг} - \frac{1}{4} \cdot 3_T \cdot Q_{мг} \cdot l_{сп} \cdot \frac{v_c - v_T}{v_T \cdot v_c}] + \\ & + (\omega - 1) \cdot (Q_a \cdot S_a + Q_T \cdot S_T + Q_{тр} \cdot S_{тр} + Q_{мг} \cdot S_{мг}) + \\ & + 3_T \cdot (W_K - W_Q) \cdot \frac{l_{сп}}{v_3} + \Delta S_a \cdot Q_a + \Delta S_T \cdot Q_T + \Delta S_{тр} \cdot Q_{тр}. \end{aligned} \quad (5.14)$$

Наиболее полно общественную полезность городских пассажирских маршрутных перевозок будет выражать коэффициент эффективности функционирования ГПОТ, представляющий собой отношение затрат, связанных с

удовлетворением нормативной потребности населения города в перевозках к фактическим затратам

$$K_3 = \frac{Q(t) \cdot (0,5S_a + 0,25S_1 + 0,25S_{тр})}{\omega \cdot (Q_a S_a + Q_1 S_1 + Q_{тр} S_{тр} + Q_{мт} S_{мт}) + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8}, \quad (5.15)$$

где  $K_3$  – коэффициент эффективности функционирования городского пассажирского общественного транспорта.

Таким образом, затраты, связанные с выполнением пассажирских перевозок, являются функцией следующих параметров: величины пассажиропотока (транспортной подвижности и численности населения города), распределения пассажиропотока между видами городского пассажирского транспорта, пассажировместимости и переменных затрат используемого подвижного состава, технической и эксплуатационной скорости подвижного состава, уровня организованности транспортного комплекса. Каждый из этих параметров сам является сложной функцией множества параметров. Например, себестоимость перевозок является функцией пассажировместимости подвижного состава, его технической готовности и использования, технической скорости, времени в наряде, коэффициента наполнения. Применение более скоростного вида подвижного состава (маршрутных такси вместо автобусов) ведет к увеличению тарифной платы, но сокращает время на перевозку и т. д.

Такая модель допускает известное упрощение действительности, однако, позволяет вполне объективно оценить уровень организованности городских пассажирских перевозок и ответить на вопрос «Что будет, если ...?».

Перечисленные факторы оказывают неодинаковое влияние на эффективность функционирования ГПОТ. Для того чтобы определить наиболее важные факторы и степень их влияния на коэффициент эффективности функционирования ГПОТ,

необходимо провести анализ влияния условий организации перевозок на эффективность перевозочного процесса.

При анализе зависимости коэффициента эффективности функционирования ГПОТ использовался метод проб и ошибок, т. е. один из факторов в формуле (5.15) принимается за переменную величину при значениях остальных параметров, равных нулю. Формула, определяющая значение коэффициента эффективности функционирования городского пассажирского общественного транспорта, приводится к виду:

$$K_{\Sigma} = \frac{a}{a + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8}, \quad (5.16)$$

где  $a = Q(t) \cdot (0,5 \cdot S_a + 0,25 \cdot S_r + 0,25 \cdot S_{тр})$

*Зависимость коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от использования нерационального вида подвижного состава.* Если принять за переменную величину  $R_1$ , то в этом случае коэффициент эффективности функционирования ГПОТ примет вид:

$$K_{\Sigma} = \frac{a}{a + R_1}. \quad (5.17)$$

Полученная зависимость представляет собой уравнение равно-сторонней гиперболы, направление асимптот которой совпадает с осями координат.

На рис. 5.3 показано изменение значения  $K_{\Sigma}$  от использования нерационального вида подвижного состава в диапазоне увеличения затрат от 0 до 21%. Увеличения значения  $R_1$  приводит к снижению коэффициента эффективности функционирования ГПОТ.

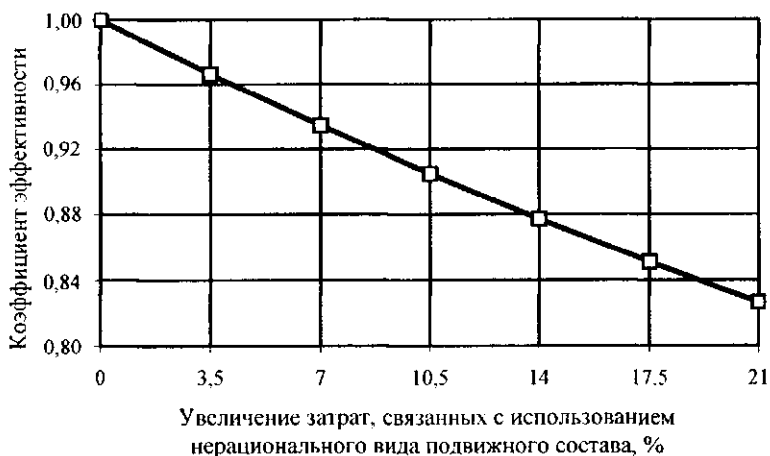


Рис. 5.3. Зависимость коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от использования нерационального вида подвижного состава

*Зависимость коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от использования подвижного состава неоптимальной пассажировместимости.* Применение подвижного состава неоптимальной пассажировместимости приводит к увеличению себестоимости перевозок. Значение коэффициента эффективности перевозочного процесса будет определяться по формуле:

$$K_3 = \frac{a}{a + R_2}. \quad (5.18)$$

Полученная зависимость представляет собой уравнение равнобочной гиперболы. Чем больше значение разницы  $\Delta C_{\text{пер}} = C'_{\text{пер}} - C_{\text{пер}}$ , тем более интенсивно происходит снижение  $K_3$ .

На рис. 5.4 показано изменение  $K_3$  от применения подвижного состава неоптимальной пассажировместимости. Анализ полученных данных показывает, что использование при перевозках подвижного состава неоптимальной пассажировместимости может снизить до 20 % значение эффективности перевозок, причем, с увеличением длины маршрута, влияние пассажировместимости на коэффициент эффективности функционирования ГПОТ увеличивается.

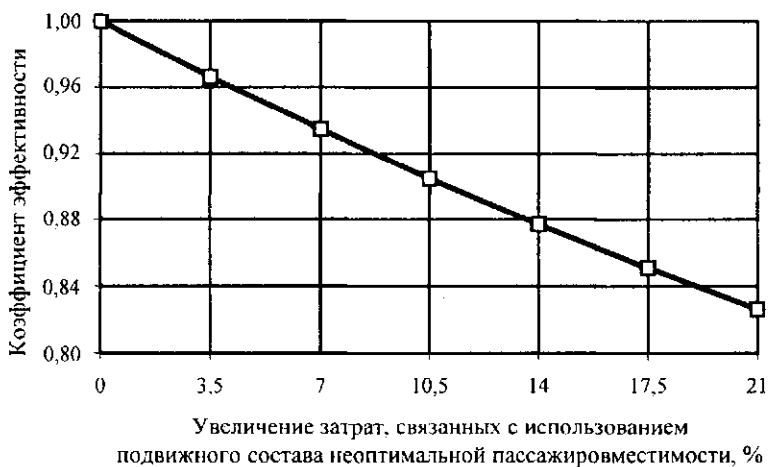


Рис. 5.4. Зависимость коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от применения подвижного состава неоптимальной пассажировместимости

*Зависимость коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от использования более скоростного вида транспорта.* Использование более скоростного вида транспорта приводит к экономии времени на поездку пассажира, при этом стоимость проезда возрастает.

В этом случае коэффициент эффективности перевозочного процесса

$$K_3 = \frac{a}{a + R_3 \cdot \frac{Q_{MT}}{Q(t)}}. \quad (5.19)$$

Полученная зависимость представляет собой уравнение равнобочной гиперболы, направление асимптот которой совпадет с осями координат.

На рис. 5.5 показано изменение значения  $K_3$  от увеличения затрат, связанных с использованием более скоростного вида транспорта. Увеличения значения  $R_3$  приводит к снижению коэффициента эффективности функционирования ГПОТ, причем, с увеличением тарифа на проезд на скоростном типе подвижного состава влияние изменения  $R_3$  на коэффициент эффективности функционирования ГПОТ возрастает.



Рис. 5.5. Зависимость коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от использования более скоростного вида транспорта:  
 — тариф 5 руб.; — — — — тариф 7 руб.;  
 — · — · — тариф 10 руб.

*Зависимость коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от инерционности перевозочного процесса.* Под инерционностью перевозочного процесса понимается несоответствие между пассажиропотоком и провозной возможностью перевозочного комплекса. При  $W_Q > W_K$  часть пассажиров не перевозится, при  $W_K > W_Q$  – недоиспользуются провозные возможности перевозочного комплекса. Если принять в формуле  $R_5 = 3_T \cdot (W_Q - W_K) \cdot \frac{l_M}{v_3}$  за переменную величину  $\Delta W = W_Q - W_K$ , то формула определения затрат, связанных с инерционностью перевозочного процесса, будет иметь вид  $R_5 = \Delta W \cdot 3_T \cdot \frac{l_M}{v_3}$ , а значение коэффициента эффективности перевозочного процесса

$$K_3 = \frac{a}{a + R_5 \cdot \frac{Q_a}{Q(t)}}. \quad (5.20)$$

Полученная зависимость представляет собой уравнение равно-сторонней гиперболы. Чем больше значение  $3_T$ , тем более интенсивно происходит снижение  $K_3$  с ростом его инерционности.

На рис. 5.6 показано изменение  $K_3$  от инерционности перевозочного процесса.

Альтернативные концепции влияния инерционности на эффективность функционирования перевозочного комплекса должны в первую очередь учитываться при установлении необходимой провозной возможности подвижного состава. Пассажиропоток перевозочного комплекса – планируемая переменная величина, которая зависит от транспортной подвижности социальных групп населения и числа жителей города.

Провозная возможность перевозочного комплекса определяется наличием технически исправного подвижного состава. Для обеспечения минимальной инерционности перевозочного процесса необходимо, чтобы провозные возможности перевозочного комплекса опережали пассажиропоток.



Рис. 5.6. Зависимость коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от инерционности перевозочного процесса

*Зависимость коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от увеличения себестоимости автобусных перевозок.* Себестоимость перевозок пассажиров отражает индивидуальные условия работы перевозочных комплексов по экономии материальных и трудовых ресурсов на единицу транспортной продукции. Фактическая себестоимость перевозки пассажира может отличаться от проектируемой не только в результате изменения длины маршрута, применения неоптимальной пассажировместимости подвижного состава, но и в результате изменения других технико-эксплуатационных показателей – снижения технической скорости, увеличения продолжительности

простоя на остановках, перерасхода эксплуатационных материалов, топлива и т. д.

Если в формуле (5.15) принять за переменную величину,

$$\Delta S_a = S_{ф.а} - S_a, \quad (5.21)$$

где  $S_{ф.а}$  – фактическая себестоимость перевозки пассажира автобусом, руб./пасс.;

$S_a$  – себестоимость перевозки пассажира автобусом, руб./пасс.

то коэффициент эффективности перевозочного процесса

$$K_{Э} = \frac{a}{a + \Delta S_a \cdot \frac{Q_a}{Q(t)}}. \quad (5.22)$$

На рис. 5.7 показано изменение  $K_{Э}$  от увеличения себестоимости автобусных перевозок.

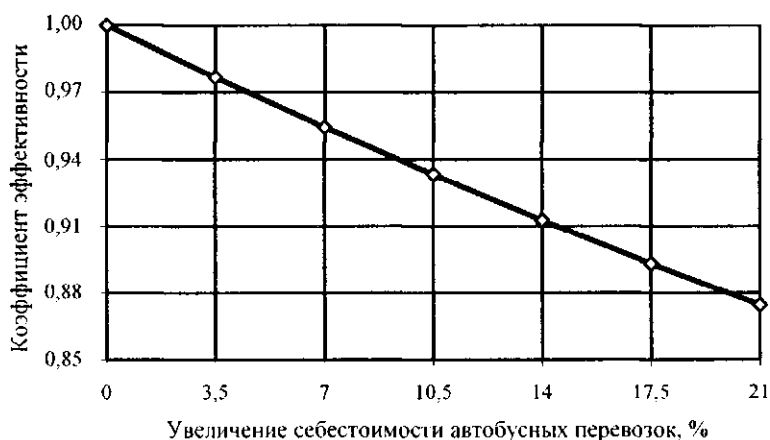


Рис. 5.7. Зависимость коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от увеличения себестоимости автобусных перевозок

Аналогичные зависимости наблюдаются при увеличении себестоимости перевозок пассажиров трамваем и троллейбусом.

*Зависимость коэффициента эффективности перевозочного процесса от увеличения себестоимости трамвайных перевозок.*

Если в формуле (5.15) принять за переменную величину,

$$\Delta S_T = S_{\phi.T} - S_T, \quad (5.22)$$

где  $S_{\phi.T}$  – фактическая себестоимость перевозки пассажира трамваем, руб./пасс.;

$S_T$  – себестоимость перевозки пассажира трамваем, руб./пасс.  
то коэффициент эффективности перевозочного процесса

$$K_{\mathcal{O}} = \frac{a}{a + \Delta S_T \cdot \frac{Q_T}{Q(t)}}. \quad (5.23)$$

На рис. 5.8 показано изменение  $K_{\mathcal{O}}$  от увеличения себестоимости трамвайных перевозок.

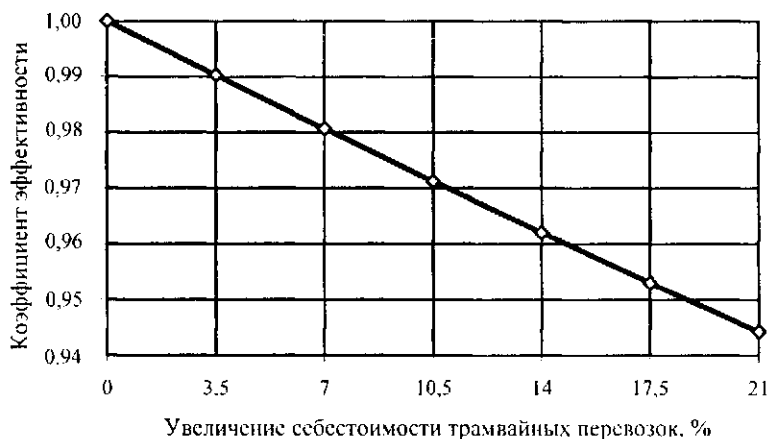
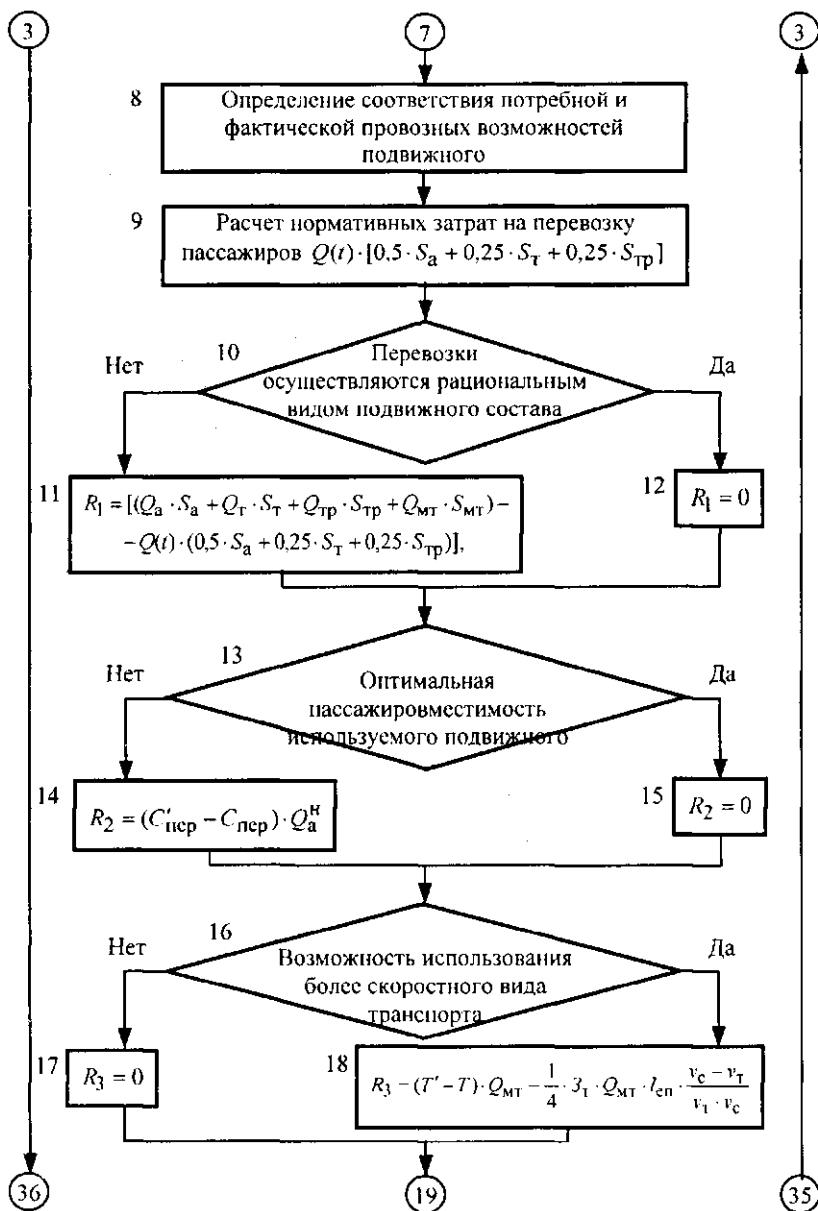


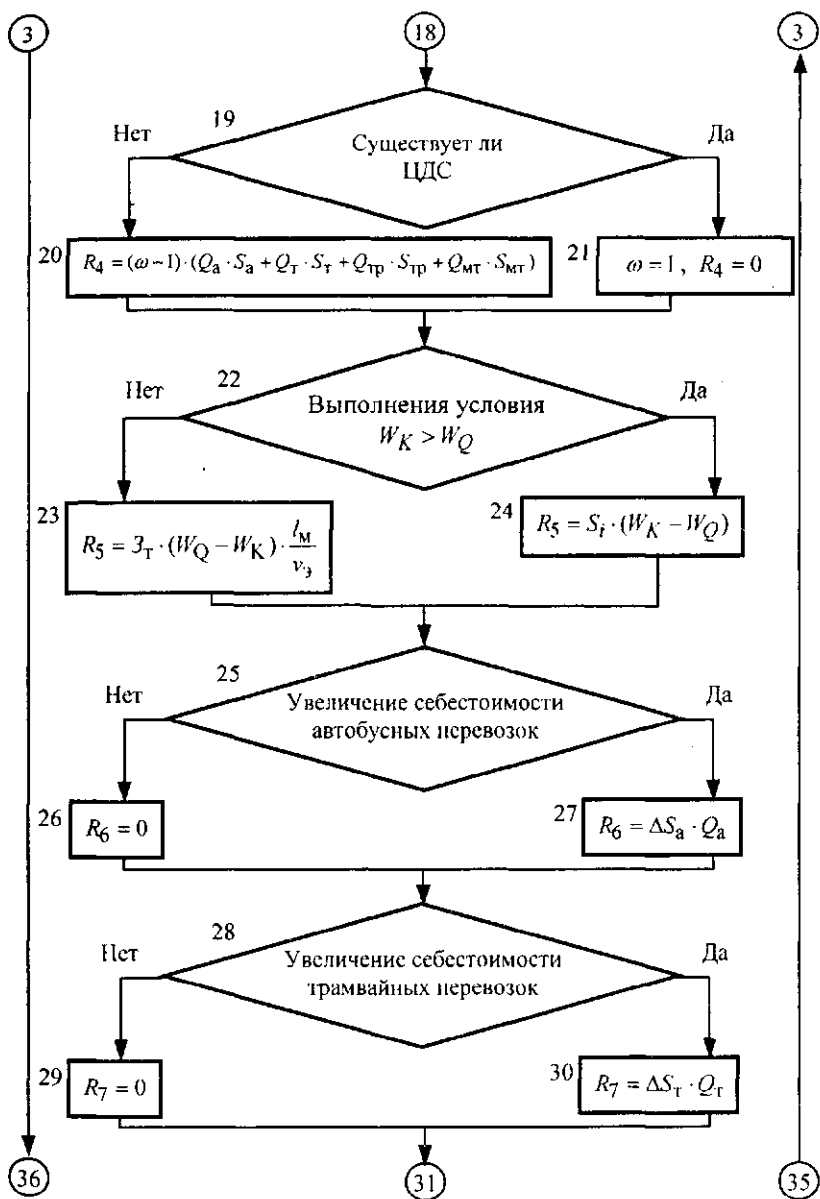
Рис. 5.8. Зависимость коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от увеличения себестоимости трамвайных перевозок

В табл. 5.1 приведено ранжирование влияния основных технико-экономических факторов на значение коэффициента эффективности функционирования ГПОТ г. Волжского.

Блок-схема алгоритма модели определения эффективности функционирования городского пассажирского общественного транспорта приведена на рис. 5.9.







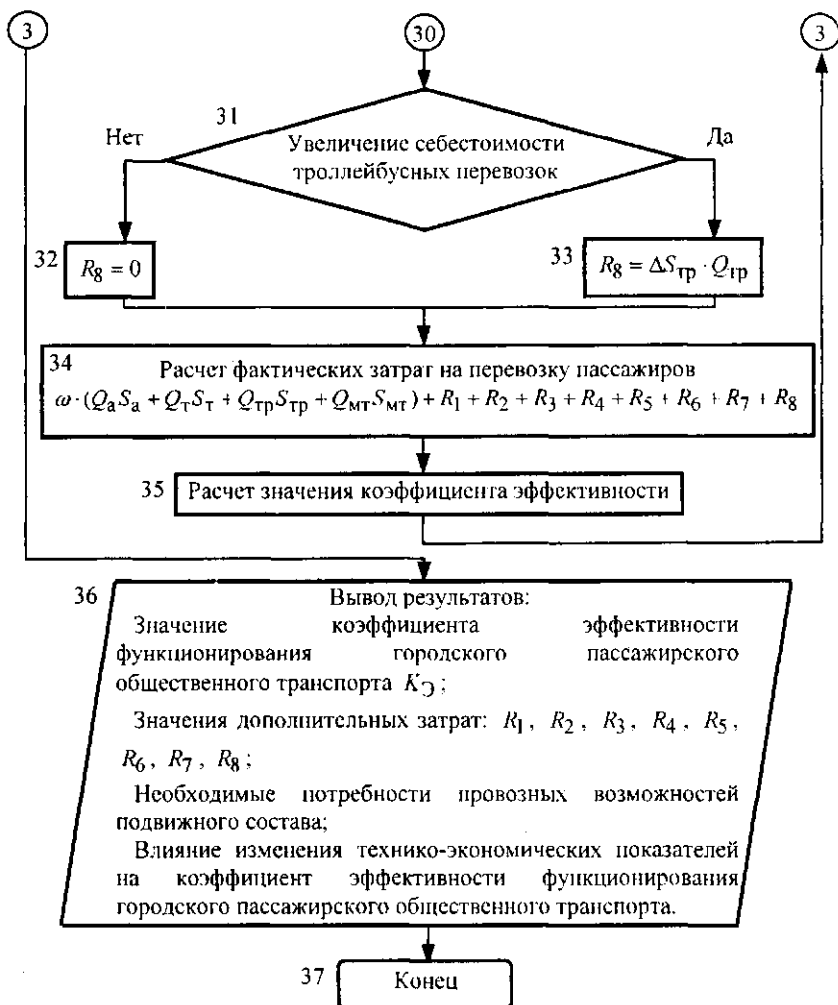


Рис. 5.9. Блок-схема алгоритма модели определения эффективности функционирования городского пассажирского общественного транспорта

Таблица 5.1

**Результаты расчетов влияния основных  
технико-экономических факторов на коэффициент эффективности  
функционирования ГПОТ г. Волжского**

| Наименование показателя          | Обозначение | Диапазон изменения | Значение коэффициента эффективности |
|----------------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------------|
| Дополнительные затраты от:       |             |                    |                                     |
| уровня организации перевозок     | $R_4$       | 1-1,58             | 1-0,569                             |
| использования нерационального    | $R_1$       | 0-0,21             | 1-0,826                             |
| вида подвижного состава          |             |                    |                                     |
| использования подвижного состава | $R_2$       | 0-0,21             | 1-0,826                             |
| неоптимальной                    |             |                    |                                     |
| пассажировместимости             |             |                    |                                     |
| инерционности. перевозочного     | $R_5$       | 0-0,21             | 1-0,875                             |
| процесса                         |             |                    |                                     |
| увеличения себестоимости         | $R_6$       | 0-0,21             | 1-0,875                             |
| автобусных перевозок             |             |                    |                                     |
| увеличения себестоимости         | $R_7$       | 0-0,21             | 1-0,944                             |
| трамвайных перевозок             |             |                    |                                     |
| использования более скоростного  | $R_3$       | 0-0,21             | 1-0,992                             |
| вида транспорта                  |             |                    |                                     |

В табл. 5.2 приведены данные для определения влияния структуры использования вида подвижного состава и уровня организации перевозок на значение коэффициента эффективности функционирования городского пассажирского общественного транспорта г. Волжского, а на рис. 5.10 - изменение этого коэффициента за период 1990-2000 гг. Коэффициент эффективности функционирования городского пассажирского общественного транспорта в г. Волжском за 2000 год составил 0,396. Исходные данные для расчета этого коэффициента приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.2

Анализ влияния структуры использования вида подвижного состава и уровня организации перевозок на значение коэффициента эффективности функционирования ГПОТ г. Волжского

| Показатель                                                                                   | Обозначение | Единица измерения | Изменение показателя по годам |                |                |                 |                |                |                |                |                |                |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-------------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
|                                                                                              |             |                   | 1990                          | 1991           | 1992           | 1993            | 1994           | 1995           | 1996           | 1997           | 1998           | 1999           | 2000             |
| Потребность в передвижении                                                                   | $Q(t)$      | тыс. пасс.        | 116967<br>100%                | 113511<br>100% | 93801<br>100%  | 116075<br>100%  | 96085<br>100%  | 94004<br>100%  | 104005<br>100% | 110424<br>100% | 100681<br>100% | 124768<br>100% | 122876,6<br>100% |
| Объем перевозок автобусами                                                                   | $Q_a$       | тыс. пасс.        | 100696<br>86,1%               | 99397<br>87,6% | 81935<br>87,3% | 108183<br>93,2% | 79946<br>83,2% | 76614<br>81,5% | 69204<br>66,5% | 76560<br>69,3% | 63677<br>63,2% | 90917<br>72,9% | 83891,6<br>68,3% |
| Объем перевозок трамваями                                                                    | $Q_T$       | тыс. пасс.        | 16271<br>13,9%                | 14114<br>12,4% | 11866<br>12,7% | 7892<br>6,8%    | 16139<br>16,8% | 17390<br>18,5% | 34801<br>33,5% | 33792<br>30,6% | 35600<br>35,4% | 31800<br>25,5% | 34500<br>28,1%   |
| Объем перевозок маршрутными такси                                                            | $Q_{MT}$    | тыс. пасс.        | -                             | -              | -              | -               | -              | -              | -              | 71,6           | 1403,8<br>1,4% | 2051,2<br>1,6% | 4485<br>3,6%     |
| Коэффициент, учитывающий изменение энтропии                                                  | $\omega$    | -                 | 1                             | 1              | 1              | 1               | 1              | 1              | 1              | 1,58           | 1,58           | 1,58           | 1,58             |
| Коэффициент эффективности функционирования городского пассажирского общественного транспорта | $K_{Э}$     | -                 | 0,873                         | 0,868          | 0,869          | 0,850           | 0,883          | 0,888          | 0,942          | 0,589          | 0,598          | 0,575          | 0,577            |

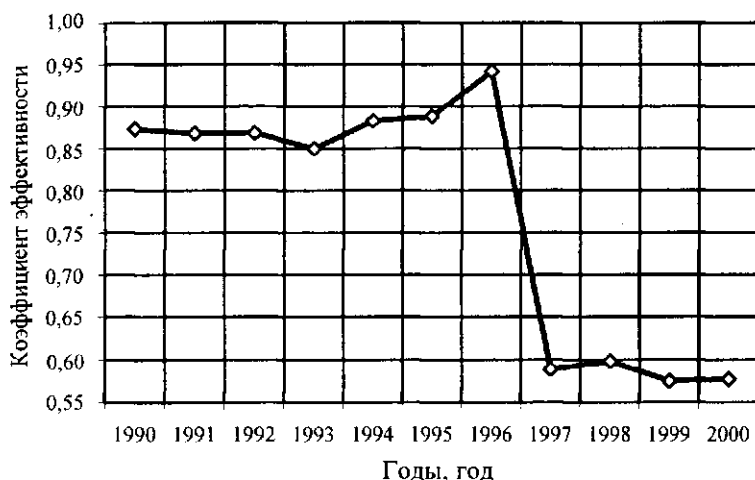


Рис. 5.10. Изменение коэффициента эффективности функционирования ГПОТ от структуры использования вида подвижного состава и уровня организации перевозок в г. Волжском

Таблица 5.3

**Исходные данные для расчета коэффициента эффективности функционирования ГПОТ г. Волжского (2000 г.)**

| Наименование показателя                     | Обозначение | Единица измерения | Значение показателя |
|---------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|
| Коэффициент, учитывающий изменение энтропии | $\omega$    | —                 | 1,58                |
| Потребность в передвижении                  | $Q(t)$      | тыс. пасс.        | 122876,6            |
| Себестоимость перевозок на автобусе         | $S_a$       | руб./пасс.        | 1,48                |
| Себестоимость перевозок на трамвае          | $S_T$       | руб./пасс.        | 0,95                |
| Себестоимость перевозок на троллейбусе      | $S_{Tp}$    | руб./пасс.        | 1,0                 |
| Себестоимость перевозок на маршрутном такси | $S_{MT}$    | руб./пасс.        | 1,9                 |

Продолжение табл. 5.3

| Наименование показателя                                                       | Обозначение | Единица измерения | Значение показателя |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|
| Объем перевозок автобуса-ми:                                                  |             |                   |                     |
| фактический                                                                   | $Q_a$       | тыс. пасс.        | 83891,6             |
| нормативный                                                                   |             |                   | 61438,3             |
| Объем перевозок трамваями:                                                    |             |                   |                     |
| фактический                                                                   | $Q_T$       | тыс. пасс.        | 34500               |
| нормативный                                                                   |             |                   | 30719,15            |
| Объем перевозок троллей-бусами:                                               |             |                   |                     |
| фактический                                                                   | $Q_{тр}$    | тыс. пасс.        | 0                   |
| нормативный                                                                   |             |                   | 30719,15            |
| Объем перевозок маршрут-ными такси                                            | $Q_{MT}$    | тыс. пасс.        | 4485                |
| Переменные затраты для скоростного подвижного со-става                        | $C'_{пер}$  | руб./пасс.        | 1,203               |
| Переменные затраты для подвижного состава рацио-Нальной пассажировместимо-сти | $C_{пер}$   | руб./пасс.        | 0,96                |
| Объем перевозок на под-вижном составе неоптималь-ной пассажировместимости     | $Q_a^H$     | тыс. пасс.        | 4485                |
| Тариф за проезд на скорост-ном типе подвижного состава                        | $T'$        | руб./пасс.        | 5                   |
| Тариф за проезд на мар-шрутном типе транспорта                                | $T$         | руб./пасс.        | 3                   |
| Средняя часовая тарифная зарплата                                             | $З_T$       | руб./час          | 11,5                |
| Средняя длина поездки пассажира                                               | $l_{еп}$    | км                | 4,63                |
| Техническая скорость ско-ростного подвижного состава                          | $v_c$       | км/ч              | 31,1                |
| Техническая скорость мар-шрутного подвижного состава                          | $v_T$       | км/ч              | 22,4                |

| Наименование показателя                                                                      | Обозначение  | Единица измерения | Значение показателя |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|---------------------|
| Провозные возможности перевозочного комплекса                                                | $W_K$        | тыс. пасс./час    | 12,5                |
| Пассажиропоток в час «пик»                                                                   | $W_Q$        | тыс. пасс./час    | 13,64               |
| Средняя длина городского маршрута                                                            | $l_M$        | км                | 12                  |
| Эксплуатационная скорость                                                                    | $v_э$        | км/ч              | 20,4                |
| Увеличение себестоимости автобусных перевозок                                                | $\Delta S_a$ | руб./пасс.        | —                   |
| Увеличение себестоимости трамвайных перевозок                                                | $\Delta S_T$ | руб./пасс.        | —                   |
| Коэффициент эффективности функционирования городского пассажирского общественного транспорта | $K_э$        | —                 | 0,396               |

## **6. УПРАВЛЕНИЕ ГОРОДСКИМ ПАССАЖИРСКИМ ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ**

### **6.1. Особенности и принципы управления пассажирскими перевозками**

Одним из важнейших резервов повышения эффективности использования пассажирского транспорта является совершенствование систем и методов управления работой подвижного состава.

Управление должно устанавливать согласованность между действиями, выполняемыми индивидуумами, и объединить общие функции, возникающие из деятельности всего производственного организма в отличие от деятельности его элементов. На городском пассажирском транспорте каждый водитель управляет транспортной единицей сугубо индивидуально, однако перевозочный процесс в целом нуждается в управлении и координации индивидуальных усилий. Существенным признаком управления является его информационная природа, так как предметом труда в данном случае выступает информация (об удовлетворении потребностей населения в перевозках, о состоянии и использовании материальных, трудовых и финансовых ресурсов транспорта), а продуктом труда – решение и управляющие воздействия на транспортное производство.

Процессы транспортного производства как объекты управления отличаются большим разнообразием и сложностью. Так, производственная деятельность основной категории работников (водителей) осуществляется вне транспортных предприятий на городских, пригородных, междугородных маршрутах. В течение рабочего дня

происходит большое число непосредственных контактов работников транспорта с пассажирами, для каждого водителя в течение дня много раз меняются производственные ситуации. Однако перевозка пассажиров должна осуществляться в строгом соответствии с расписанием, несмотря ни на какие внешние воздействия. Факторы, характеризующие специфические условия функционирования транспорта, должны учитываться при выборе и совершенствовании форм и методов управления. Они предопределяют необходимость повышенной оперативности и достижения синхронности на всех стадиях перевозочного процесса между транспортом с одной стороны и колебаниями пассажиропотоков (запросов на перевозки) – с другой.

Большим разнообразием и сложностью характеризуются системы транспорта как объекты управления. На городском пассажирском транспорте управляемыми системами являются городские и пригородные маршруты. Основными управляемыми системами непосредственно в транспортном предприятии являются колонны и бригады водителей.

Управлять – значит предвидеть, организовывать, распоряжаться, координировать и контролировать. Иными словами управлять – это:

- прогнозировать и вырабатывать программу действий;
- создавать материальный и социальный организм предприятия;
- заставлять персонал надлежащим образом работать;
- связывать, объединять, гармонизировать все действия и все усилия;
- заботиться о том, чтобы все совершалось согласно установленным правилам и отданным распоряжениям.

Управление всегда означает воздействие на поведение людей. Управление имеет дело не с материальными объектами механики и техники, а с общественными отношениями между людьми. Управ-

ление представляет собой общественное отношение, а именно отношение людей к осуществлению управленческих функций.

В последние годы развитие теории систем, кибернетики, экономико-математических методов для анализа и обоснования управленческих решений, компьютеризация управления способствовали активному использованию в управлении системного подхода. Это привело к известному усложнению науки управления и управленческих знаний. Углублялось осмысление и изучение организаций как социальных систем, представление о предприятии как об открытой системе, активно взаимодействующей со своей средой и приспособляющей свое внутреннее строение к ее «организационному контексту», то есть состоянию внешней среды предприятия, его размерам, целям и технологии деятельности, качествам людей, формирующих его «человеческий капитал».

Углубление специализации производственных процессов на основе разделения труда, ведущее к возрастанию роли технологии, а также расширение связей по кооперированию требуют дальнейшего повышения уровня управления.

Основной целью управления работой транспорта является обеспечение эффективного использования всех технологических, информационных, экономических (финансовых), организационных и социальных ресурсов для своевременного, качественного и полного удовлетворения общества в перевозках пассажиров. Для достижения этого необходимо повысить целесообразность управления с ориентацией его на конечный результат, а также определить цели и их взаимосвязи по уровню общности.

Организация перевозок пассажиров в силу большого разнообразия видов сообщений и неравномерности, как по времени, так и дальности представляет собой весьма сложную систему, подходом к решению которой, как и отмечалось ранее, является системный анализ. С этой точки зрения систему перевозок можно и целесооб-

разно представить в виде двух частей: управляемой и управляющей, назовем их управляемой и управляющей системами.

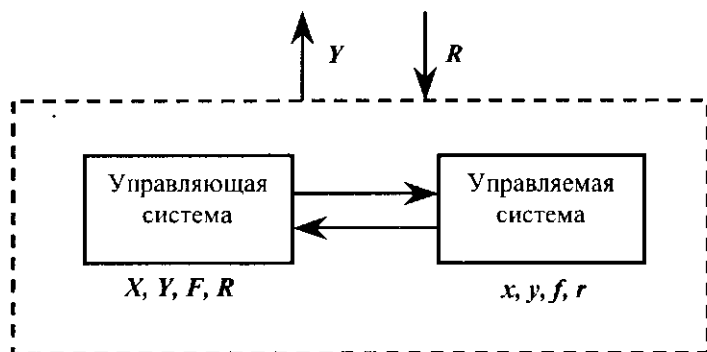


Рис. 6.1. Схема взаимодействия управляющей и управляемой системы

Между этими системами и внешней средой происходит взаимодействие (рис. 6.1), которое можно представить множеством переменных:  $X, Y, F, R$  — соответственно множества переменных состояния ( $x$ ), наблюдения ( $y$ ), возмущения ( $f$ ) и управления ( $r$ ) для управляемой системы и  $X, Y, F, R$  — то же для управляющей системы. Множества переменных  $x, X, f, F, R, Y$  очерчивают границы данной системы и в то же время характеризуют ее взаимодействие с внешней средой, причем множества  $R$  и  $Y$  связывают систему с вышестоящим уровнем иерархии метасистемы. Множества  $r$  и  $y$  определяют информационное взаимодействие управляемой и управляющей систем.

Разделение на две части — управляющую и управляемую — это первый этап декомпозиции системы, инвариантный от ее типа. Дальнейшее изучение, описание и построение систем управления связано с последующими этапами декомпозиции. При этом первоначальному анализу подвергается управляемая система, в результа-

те которого выделяется вся совокупность управляемых процессов и объектов в этой системе, устанавливается структура взаимосвязей между ними.

В сложных и больших системах управления объективно существует определенная иерархия управляемых процессов, и при изучении отраслевых систем управления можно выделить инвариантную от типа систем иерархию управляемых процессов. К этим процессам относятся: физические целенаправленные процессы, технологические, экономические и социально-политические. Окружающая среда может быть представлена в виде стихийных (неуправляемых) процессов.

Стихийные (неуправляемые) процессы, ограничения для которых являются законы природы, имеют нулевой уровень организации. Они могут оказывать возмущающие воздействия на протекание других процессов.

Физические целенаправленные процессы касаются технических объектов (двигатели, автомобили, трамваи, троллейбусы и т. д.). Эти процессы имеют первый уровень организации – такой, когда организация (жесткая) заложена в конструкцию самого технического объекта. Хотя процессы в этих объектах также подчиняются законам природы, они протекают целенаправленно.

Технологические процессы протекают в системе, представляющей собой организационную совокупность людей и технических объектов. Примерами технологических процессов могут служить: обслуживание пассажиров и автомобилей; управление движением, ремонт автомобилей и т. д. Ограничивающими являются способы организации. Эти процессы имеют второй уровень организации: система организации гибкая. Она допускает изменение своей структуры как один из наиболее эффективных способов управления этими процессами.

Экономические процессы могут рассматриваться как обобщенные (концентрированные) выражения технологических процессов. Обобщенными переменными, определяющими их, являются различные экономические показатели. Этим процессам соответствует третий уровень организации, что может рассматриваться как появление дополнительной степени свободы организационного управления по сравнению с технологическими процессами.

Социально-политические процессы являются обобщенными выражениями экономических. Эти процессы имеют четвертый уровень организации. Они являются наименее изученными. Роль социально-политических процессов существенно возрастает с увеличением масштабов системы, так как они оказывают влияние на все другие процессы, выступая для них в качестве важнейших ограничений.

В наиболее обобщенном виде организационные системы, как и всякие другие, определяются их содержанием и структурой.

Выделим в составе систем семейства множеств, которые условно назовем семействами функций, методов, информации и средств. Состав множеств, входящих в эти семейства, а также логистическую связь между ними можно представить следующим образом.

Состав функций определяет назначение организационной системы. Сюда относятся следующие множества концептуальных элементов: множество целей, множество ограничений, множество критериев, множество задач.

Состав методов определяет способы или технологии реализации функций. Сюда включаются множества моделей, алгоритмов, программ, операций.

Состав информации, используемой при реализации функций, конкретизируется множеством языков представления информации, множеством массивов и множеством носителей информации.

Состав средств реализации функций системы включает в себя множества активных элементов (людей), элементов основных фондов, элементов оборотных фондов, а также множество подразделений организации.

Так, отраслевая система управления перевозками пассажиров на автомобильном транспорте представляет собой взаимосвязанную совокупность иерархически организованных систем управления: СУ-1, СУ-2, СУ-3, осуществляющих планирование и управление производственно-хозяйственной деятельностью перевозок пассажиров автобусами на уровнях соответственно министерства, региональных органов управления и АТП, а также системы управления авторемонтными заводами СУ-4 и системы продажи и бронирования билетов при междугородных и внутриобластных перевозках СУ-5.

Методология системного исследования основана на многоуровневом представлении системы с помощью различных моделей. Интерес представляет понятие полной модели системы, отображающей во всех деталях логистическую схему процесса решения проблемы данной организации.

Система управления в общем виде отображается ее содержанием  $M$  и структурой  $S$ :

$$C = (M, S). \quad (6.1)$$

Процесс построения модели СУ состоит из последовательного раскрытия ее содержания и структуры. Обе эти категории неразрывно связаны между собой и их следует рассматривать в единстве, в котором содержание является определяющим. Примерный состав основных целей управления производством в автотранспортном предприятии приведен в табл. 6.1.

Сформулированные цели ставят перед управляющей системой. Система управления транспортом состоит из следующих элементов (подсистем): линейного руководства, непосредственно управляющего транспортным процессом; сбора информации и подготовки решений управленческих задач; функциональных подсистем, реализующих специальные функции управления; комплексных целевых программ.

Таблица 6.1

**Основные цели управления производством  
в автотранспортном предприятии**

| Первый<br>уровень                                        | Второй<br>уровень                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Выполнение задания по перевозкам                         | Ритмичное выполнение заданий и договоров по объему перевозок в установленные сроки при обеспечении комфортабельности поездок пассажиров                                                                                                                                                                |
| Повышение качества перевозок                             | Обеспечение постоянного соответствия структуры перевозок, их регулярности и периодичности потребностям населения в перевозках                                                                                                                                                                          |
| Улучшение использования основных производственных фондов | Обеспечение интенсивности использования подвижного состава, повышение уровня использования пассивных производственных фондов, снижение их относительных объемов и стоимости. Повышение технического уровня организаций ТО и ТР подвижного состава, поддержание его в постоянной технической готовности |
| Улучшение использования ресурсов                         | Повышение интенсивности использования трудовых, топливно-энергетических, материальных, финансовых ресурсов. Достижение экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов                                                                                                                        |

| Первый<br>уровень                                                                  | Второй<br>уровень                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Обеспечение научно-технического развития                                           | Совершенствование производственно-технической базы, транспортного процесса, ТО и ТР подвижного состава, использование достижений науки и техники, передового опыта на базе реконструкции и модернизации производства |
| Обеспечение социального развития коллектива                                        | Удовлетворение материальных и духовных потребностей членов коллектива, улучшение условий труда, быта и отдыха                                                                                                        |
| Совершенствование организации и управления перевозками, ТО и ТР подвижного состава | Применение передовых форм и методов организации перевозок. Обеспечение оперативного управления транспортным процессом, ТО и ТР подвижного состава                                                                    |
| Охрана окружающей среды                                                            | Выполнение норм воздействия подвижного состава на окружающую среду, рациональное использование природных ресурсов, их восстановление                                                                                 |

Поставленные цели управления достигаются путем реализации принципов управления, общих для всех отраслей. Принципы управления – это руководящие правила, основные положения и нормы поведения, отражающие требования объективных законов и передовой практики управления производством.

Основные принципы управления можно разделить на три группы: социальные, общеорганизационные и частные. К социальным принципам относятся принципы единства социального и хозяйственного руководства, демократического централизма, заинтересованности работников в результатах своего труда, материального стимулирования. В группу общеорганизационных принципов входят принципы подбора, расстановки, подготовки кадров и повыше-

ния их квалификации; основного (главного) звена; дисциплины исполнения; конкретности управления и объективности управления.

Содержание управления проявляется во взаимосвязанной совокупности выполняемых функций управления. Функция управления – это самостоятельный вид работы, определяющий направление деятельности управляющей системы. Общая функция управления является частью управленческого цикла. Типовой состав управленческого цикла включает в себя прогнозирование, планирование, организацию, координацию, регулирование, стимулирование, контроль, учет и анализ. Конкретная функция управления представляет собой сочетание общей функции управления (той или иной операции управленческого цикла) с определенным объектом управления. В свою очередь объекты управления, равно как и конкретные функции, группируются по трем признакам: организационная структура производства; стадии процесса перевозок; факторы производственной деятельности.

Функции управления являются основой формирования системы управления и ее подсистем. Одной из основных подсистем управления является подсистема линейного руководства. К линейным руководителям относятся работники управления, отвечающие за комплекс работ определенного структурного подразделения производства. При установлении и уточнении функций и операций подсистем линейного руководства необходимо ориентировать руководителей транспортных организаций и их заместителей на главные перспективные направления деятельности предприятия, на решение вопросов, определяющих конечные результаты производства. Руководители структурных подразделений среднего звена должны ориентироваться при исполнении своих функций на ритмичное выполнение необходимого объема перевозок пассажиров, рациональное использование ресурсов и производственных фондов. Для повышения качества проектирования систем управления целесооб-

разно применять методы математической статистики и моделирования.

Система управления – это система, в которой реализуются функции управления. Она проектируется таким образом, чтобы обеспечить эффективное функционирование всей производственной и социальной деятельности. Система управления охватывает все уровни организационной структуры. В свою очередь структура системы управления должна обеспечивать сочетание линейного и функционального принципов при единой системе обеспечения управления на базе взаимодействия подразделений транспортных предприятий.

## **6.2. Организационные структуры управления**

Работой всего транспорта, находящегося на территории Российской Федерации, руководит Министерство транспорта РФ. Оно призвано регулировать работу всех видов транспорта независимо от форм их собственности. Регулирование работы должно осуществляться через налоговую систему, тарифы, лицензирование и кредитование, а также в соответствии с законами об экологии, безопасности движения и др.

Министерство транспорта РФ контролирует выполнение министерствами, ведомствами, а также концернами, ассоциациями, кооперативами транспортных законодательств республики и разрабатывает проекты новых законов по транспорту.

Из состава Министерства транспорта РФ выделилось акционерное общество Росавтотранс, осуществляющее хозяйственно-финансовую деятельность, которая основывается на практическом выполнении принятых транспортных и других законов.

Для координации работы предприятий городского электро-транспорта при Министерстве транспорта РФ создан концерн «Росгорэлектротранспорт».

Акционерная компания Росавтотранс строит свою деятельность на сугубо добровольном объединении автотранспортных предприятий, территориальных объединений автомобильного транспорта республики, внешнеторговых транспортных объединений и других формирований типа ассоциаций, объединений, строительных, научно-исследовательских, проектно-конструкторских, информационных и других организаций, участвующих в развитии автомобильного транспорта. В условиях рыночных отношений без объединения в единую организацию, при острой транспортной конкуренции на рынке перевозок не то что работать, а даже существовать отдельным автотранспортным предприятиям, даже крупным, но замкнутым в своей деятельности, весьма трудно. В первую очередь это относится к вопросам материально-технического обеспечения, которым не занимается Министерство транспорта РФ. В условиях рынка, когда необходимая для работы продукция дорожает, автотранспортные предприятия должны обеспечивать свою финансовую защиту своевременной и обоснованной подготовкой предложений правительству. Акционерное общество должно иметь и структуру налоговой защиты своих предприятий от необоснованного обложения налогами. Оно должно заниматься коммерческой деятельностью, а следовательно, иметь и свой уставный фонд.

Итак, структура управления автомобильным (в том числе и пассажирским) транспортом следующая: Министерство транспорта РФ – акционерное общество Росавтотранс – территориальные органы управления автомобильного транспорта – автотранспортные предприятия.

Система пассажирского автомобильного транспорта включает в себя ряд взаимоувязанных подсистем: организации перевозочного

процесса; подвижного состава, его технического обслуживания и ремонта; зданий и сооружений пассажирского автомобильного транспорта; средств связи и управления; кадров; проектных и научных организаций. Эффективное функционирование системы предполагает полное соответствие и согласованное развитие всех составляющих подсистем.

Перевозочный процесс осуществляет конечную цель и основное назначение функционирования системы общественного пассажирского транспорта. Рациональная система управления оказывает существенное влияние на своевременное достижение и обеспечение конечной цели эффективной деятельности пассажирского общественного транспорта.

Анализ традиционной, характерной для большинства предприятий и организаций иерархии управления показывает, что функции управления, распределенные между различными подразделениями, требуют постоянной координации. Если такой координации нет, то могут появляться критические ситуации, проявляющиеся в отклонениях от расписания движения и неудовлетворении спроса на перевозки. Только системный логистический подход позволяет интегрировать функции управления людскими, сервисными и информационными потоками. Такой подход дает возможность связать в единую логистическую цепь все ее звенья и организовать слаженное взаимодействие всех участников цепи. Но и сформированная таким образом логистическая цепь требует постоянного анализа, выявления «узких» мест и «слабых» звеньев, четкого информационного сопровождения, компьютерной поддержки и контроля пассажирских потоков.

Поскольку при системном подходе сосредотачивается внимание на построении целого, то все компоненты рассматриваются в их взаимосвязи до того, как уточняется их сущность. Любая перевозочная система (организация) представляет расчлененную сово-

купность частей, выполняющих различные функции, взаимно дополняющие друг друга. Под организацией в зависимости от контекста понимается либо деятельность по организации, либо созданная в результате такой деятельности система зависимостей сложного объекта, либо, наконец, сам объект, организованный таким образом. Организация – некое взаимосвязанное множество элементов, которые находятся в динамических отношениях между собой.

Любая перевозочная операция выполняется организацией, которая:

- преследует общую цель;
- имеет в своем распоряжении и (или) может получить откуда-то людские, финансовые и материальные ресурсы, достаточные для достижения цели;
- располагает широким набором различных стратегических и тактических приемов использования их для решения поставленной задачи.

Организация рассматривается в качестве комплекса взаимосвязанных элементов. Простейшей организацией для перевозки пассажиров является перевозочный комплекс, состоящий из следующих звеньев:

- предварительная продажа билетов и проездных документов;
- организация посадки-высадки пассажиров;
- транспортирование, пересадка пассажиров с одного маршрута на другой;
- пересадка с одного вида транспорта на другой;
- обслуживание пассажиров в пунктах посадки-высадки и пересадки;
- предоставление сопутствующих услуг.

Перевозочный комплекс создается для выполнения общественной функции – перемещение пассажиров от места отправления до

места объекта тяготения. Возможности перевозочного комплекса ограничиваются не только его рамками, но и инерцией, присущей различным его компонентам.

Учитывая, что деятельность перевозочного комплекса носит многообразный характер, а любой отдельно взятый компонент, в силу своей ограниченности, не может выполнять функции перевозочного комплекса, функции между компонентами внутри его разделены и специализированы. Такое разделение и специализация приводят к тому, что добавление нового компонента ведет не к перестройке всего комплекса, а к изменению связей между звеньями. Каждое звено имеет свои функции и цели, которые подчинены концепциям перевозочного комплекса. Организационная структура комплекса предполагает оптимизацию как состава звеньев, так и внутренней структуры этих звеньев, компонентов и взаимосвязей между ними. Различные компоненты перевозочного комплекса бывают в различной степени важными в зависимости от характера выполняемых перевозок.

В свою очередь структурообразующей частью любого звена или этапа являются элементы – технологические операции. Добавление или исключение какого-либо элемента или этапа изменяет соотношение между остальными элементами, оказывая влияние на параметры перевозочного процесса в целом, уменьшая или увеличивая продолжительность цикла перевозочного процесса.

Большое влияние на эффективность работы транспорта оказывают возможности регулирования и саморегулирования перевозочного комплекса или, иными словами, управление. Основной целью управления в условиях рыночной экономики становится согласование и гармонизация интересов государства, территорий, различных социальных групп и отдельных лиц. В настоящее время меняется в организации управления соотношение звеньев системы и ее центра. Они освобождаются от несвойственного им статуса ниже-

и вышестоящих организаций, между ними возникают горизонтальные связи. Мы придерживаемся мнения, что предприятие (транспортная организация) является основным звеном, где должны приниматься почти все решения. Общая структура любого предприятия, в том числе и автотранспортного, состоит из основного, вспомогательного и обслуживающего производств и управления производством. В реальной жизни интересы отдельных производств не совпадают с более общими интересами транспортного предприятия и, тем более, интересы транспортного предприятия - с интересами обслуживаемых им пассажиров. Для устранения этого появляется иерархия в экономической деятельности.

На рис. 6.2 приведен основной перечень и показано распределение функций, необходимых для выполнения перевозки пассажиров между различными уровнями управления: 1 – предварительная продажа билетов и проездных документов; 2 – организация посадки-высадки пассажиров; 3 – перемещение; 4 – пересадка пассажиров с одного маршрута на другой; 5 – пересадка пассажиров с одного вида транспорта на другой; 6 – обслуживание пассажиров в пунктах посадки-высадки и пересадки; 7 – предоставление сопутствующих услуг; 9 – проведение технического обслуживания подвижного состава; 10 – проведение текущего ремонта подвижного состава; 11 – контроль за техническим состоянием подвижного состава; проведение медицинского осмотра водителей перед выходом на линию; 12 – материально-техническое обеспечение; 13 – хранение подвижного состава; 14 – компенсация убытков на городских маршрутах – получение дотаций и контроль финансовых потоков; 15 – обслуживание автовокзалов и автостанций; 16 – выбор рационального варианта перевозок; 17 – согласование применяемых тарифов; 18 – контроль за движением подвижного состава; 19 – эксплуатация подвижного состава на условиях аренды; 20 – установление соответствия числа и типа подвижного состава величинам

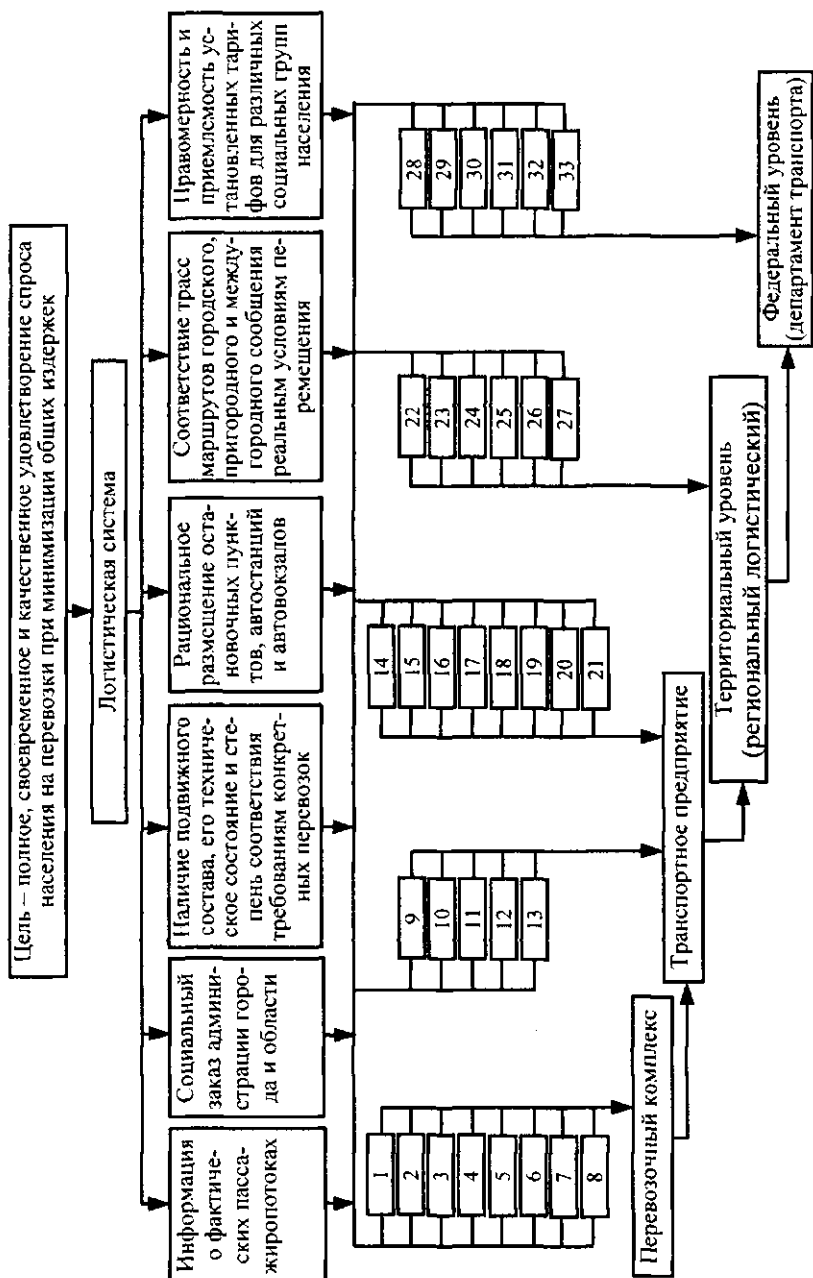


Рис. 6.2. Распределение функций между различными уровнями управления

пассажиропотоков; 21 – создание информационных систем по сбору, обработке и хранению данных о величинах пассажиропотоков; 22 – связь с автомобильными заводами; 23 – связь с авторемонтными заводами; 24 – обеспечение и анализ удовлетворения спроса населения на перевозки; 25 – реализация возможных каналов финансирования; 26 – оказание консалтинговых услуг; 27 – организация обучения и постоянного повышения квалификации; 28 – организация и реализация отраслевых проектов социальной защиты работающих; 29 – разработка отраслевых стандартов и нормативов; 30 – разработка методик установления тарифов; 31 – обеспечение контроля качества, экологической чистоты и непрерывных инженерных разработок; 32 – организация на региональном уровне взаимодействия видов транспорта и функционирования логистических центров пассажирского транспорта; 33 – реализация государственных программ по совершенствованию перевозок.

Исходя из требования сокращения логистических издержек, при своевременном и качественном удовлетворении спроса на перевозки основные, вспомогательные и обслуживающие функции необходимо разделить между участниками перевозочного процесса. Когда в городе для перевозки пассажиров организовано одно предприятие, то функции перевозочного процесса 1-8 закрепляются за перевозочным комплексом (маршрутом), который организуется для перевозки пассажиров от места отправления до места назначения. Перевозочные комплексы решают тактические задачи - выполнение определенных перевозок пассажиров по конкретному маршруту или маршрутам с наибольшей эффективностью. Функции 9-21 целесообразно закрепить за автотранспортной организацией, функции 22-27 передать на региональный организационный уровень, а функции 28-33 – на федеральный уровень. Таким образом, связь с автомобильными и авторемонтными заводами, реализация возможных каналов финансирования, оказание консалтинго-

вых услуг, организация обучения и постоянное повышение квалификации обеспечивает региональный организационный уровень. На федеральном уровне должны разрабатываться проскты социальной защиты работающих, отраслевые стандарты и нормативы, методики установления тарифов, контроль качества и непрерывности развития отрасли, разработка и реализация государственных программ по совершенствованию перевозок. Когда в городе пассажирские перевозки выполняются несколькими видами транспорта, например, автобусами – троллейбусами, автобусами – маршрутными такси и так далес, и маршруты обслуживаются транспортом, принадлежащим различным предпринимателям, то необходима дополнительная организация «маршрутных операторов» и центральной диспетчерской службы (ЦДС). В этом случае функции 1-8 и некоторые другие из транспортного предприятия передаются «оператору маршрута», который несет ответственность за организацию перевозок различными видами транспорта на конкретном маршруте или центральной диспетчерской службе. В связи с этим нам видится трехуровневая иерархическая структура управления автотранспортной отраслью (федерация, регион, автопредприятие) с выделением основного звена в виде автотранспортной организации (предприятия), развития горизонтальных связей управления и делегирования ряда указанных выше функций на региональный и федеральный уровни.

По нашему мнению, теория перевозочных процессов должна базироваться на системном анализе и теории систем с интегральным логистическим подходом к функционированию транспорта с целью снижения общих затрат.

### **6.3. Основы диспетчерского руководства движением подвижного состава**

Решение вопросов, связанных с организацией перевозок, осуществляется службой эксплуатации транспортных предприятий и региональных центров управления (логистических центров).

Производственные пассажирские предприятия представляют собой основу эксплуатационной деятельности пассажирского транспорта, которая обеспечивает удовлетворение населения в перевозках как конечную цель транспортной системы.

Каждое транспортное предприятие имеет в своем составе пять основных служб: организации перевозок; техническую; экономическую; безопасности движения и кадровую. Основной задачей технической службы является содержание подвижного состава в технически исправном состоянии за счет его надлежащего хранения, проведения качественного технического обслуживания и ремонта. Экономическая служба занимается планированием производственной деятельности предприятий и ее анализом. Основной задачей службы безопасности движения является предупреждение дорожно-транспортных происшествий. Кадровая служба отвечает за укомплектование квалифицированными кадрами всех подразделений предприятия, их учебу и переподготовку.

Рациональная организация перевозок, уровень и качество обслуживания пассажиров, эффективное использование подвижного состава обеспечивается в большей степени службой организации перевозок. Служба организации перевозок реализует работу всех других служб, а результаты ее деятельности определяют основные технико-эксплуатационные и экономические показатели.

Пассажирская служба организации перевозок выполняет следующие задачи:

- разрабатывает рациональную систему планирования перевозок и организации движения подвижного состава применительно к местным условиям;

- обеспечивает внедрение и функционирование передовых систем диспетчерского управления движением автомобилей;

- осуществляет полную, своевременную, комфортабельную и безопасную перевозку пассажиров с минимальными затратами времени на поездку;

- организует эффективное использование подвижного состава и его рентабельную эксплуатацию;

- осуществляет полный сбор проездной платы;

- создает условия для высокопроизводительного труда работников службы;

- обобщает и широко распространяет передовые методы вождения и передовой опыт работы;

- систематически проводит работу среди вспомогательного и диспетчерского состава по безопасности движения.

Учитывая, что в городах с населением более 250 тыс. чел. подвижной состав городского пассажирского общественного транспорта состоит не только из различных видов транспорта (автобус, трамвай, троллейбус, маршрутные такси), но и принадлежит различным субъектам, необходимо наличие единого управления их совместной работой.

Основными условиями, которые обеспечивают возможность совместной эксплуатации различных видов транспорта, являются:

- единое управление всеми видами транспорта, работающими по согласованному расписанию, составленному для комплексной маршрутной системы;

- единый центральный диспетчерский пункт, координирующий движение через диспетчерские пункты отдельных видов городского транспорта;

- систематическое одновременное обследование пассажиропотоков на всех видах пассажирского общественного транспорта, работающих в городе.

Для централизованного управления работой подвижного состава на линии при территориальных транспортных объединениях, либо при крупных транспортных предприятиях создаются, как правило, центральные диспетчерские станции (ЦДС). Руководство движением из одного центра, снабженного комплексной системой информации, обеспечивает принятие более рациональных оперативных решений, целесообразных и технически обоснованных, так как они исходят из общих задач наилучшего обслуживания пассажиров на территории населенного пункта.

Основными задачами диспетчерского управления являются:

- повышение эффективности использования подвижного состава;

- улучшение качества транспортного обслуживания;

- контроль за своевременным выпуском подвижного состава на линию;

- контроль за регулярностью движения подвижного состава и за состоянием обслуживания пассажиров;

- регулирование движения при отклонениях от расписания и восстановление нарушенного движения;

- организация заказных перевозок пассажиров;

- координация работы различных видов пассажирского транспорта.

Одной из важных задач системы диспетчерского управления являются обеспечение регулярности движения подвижного состава на маршрутах. Движение считается регулярным, если подвижной состав своевременно отправляется в рейс, интервалы на всех остановочных пунктах соблюдаются равными и соответствуют распи-

санию, и подвижной состав прибывает в конечный пункт точно в установленное расписанием время.

Регулярность движения обеспечивается выполнением двух условий: при полном (100%) выполнении предусмотренных расписанием рейсов (необходимое условие) и при точном соблюдении водителями расписаний движения с обеспечением регулярности каждого рейса (достаточное условие).

Рейс считается регулярным, если водитель подвижного состава точно отправляется с начального пункта, своевременно (с опозданием не более чем на 1 мин.) следует через промежуточные контрольные пункты и прибывает на конечный пункт точно по расписанию. Рейсы, выполненные с превышением допустимых отклонений от расписания, независимо от причин, их вызывающих, считаются нерегулярными.

Следует различать регулярность рейса и регулярность движения подвижного состава на маршруте. Отдельные рейсы могут быть регулярными, а должная регулярность движения на маршруте в целом не достигнута.

Качество обслуживания и регулярность движения – взаимосвязанные и не отделимые друг от друга понятия. С повышением регулярности движения объем перевозок увеличивается, равномернее распределяются пассажиры по транспортным средствам, обеспечивается возможность своевременной оплаты проезда. При нарушениях регулярности движения происходит переполнение салона транспортных средств, снижение доходов и рентабельности маршрута. Неравномерная загрузка вызывает серьезные колебания затрат времени на посадку и высадку пассажиров, что в свою очередь создает задержки подвижного состава на остановках, нарушается установленный режим работы, повышается расход топлива (электроэнергии), снижаются скорость сообщения и безопасность движения. Поэтому достижение высокой регулярности движения явля-

ется одной из наиболее существенных задач службы организации перевозок транспортных объединений и предприятий.

Регулярность движения транспортных средств на маршруте определяется коэффициентом регулярности

$$\eta_R = \frac{R_{\Phi} - R_{\Phi}^{\text{нер}}}{R_{\text{пл}}}, \quad (6.2)$$

где  $R_{\Phi}$  – количество фактически выполненных рейсов;

$R_{\Phi}^{\text{нер}}$  – число рейсов, выполненных с нарушением расписания;

$R_{\text{пл}}$  – плановое количество рейсов, заложенное в расписании.

Регулярность же движения определяется в процентном выражении:

$$R_{\text{дв}} = \frac{R_{\Phi} - R_{\Phi}^{\text{нер}}}{R_{\text{пл}}} \cdot 100\%. \quad (6.3)$$

Допуски возможных отклонений от расписания устанавливаются дифференцировано в зависимости от интервала движения, сложности и протяженности маршрута и т. д. Некоторые транспортные объединения вводят дифференцированную систему оплаты в зависимости от достижения плановой регулярности движения.

Диспетчерское руководство на городском пассажирском транспорте включает в себя весь комплекс работ по подготовке и организации выпуска подвижного состава на линию, непосредственному управлению их движением на маршрутах и своевременному возвращению в транспортные предприятия.

Диспетчерское руководство подразделяется на внутрипарковое и линейное.

Внутрипарковое предусматривает:

- контроль за подготовкой к выпуску;
- подготовку документации на выпуск;
- организацию своевременного выпуска и контроль времени выезда на линию;
- контроль и учет времени возвращения.

Линейное руководство включает в себя:

- оперативный постоянный контроль за соблюдением каждым транспортным средством маршрутного расписания;
- регулирование движения;
- восстановление нарушенного движения;
- рациональное использование резервного подвижного состава;
- координацию движения различных видов транспорта;
- осуществление мер по оперативному регулированию движения;
- принятие мер по оказанию технической помощи;
- подготовку суточной отчетности.

Как было отмечено ранее, для централизованного управления работой подвижного состава при территориальных органах управления (логистических центрах) и крупных транспортных предприятиях создаются объединенные диспетчерские службы. Организационная структура и штатная численность аппарата пассажирской диспетчерской службы (логистических центров) устанавливается для каждого населенного пункта по суточному объему перевозок в целом по городу в зависимости от протяженности и конфигурации маршрутной сети, числа транспортных предприятий, количества подвижного состава на линии, а также методов обработки и анализа информации о работе подвижного состава.

Работа диспетчерских служб строится по трем основным направлениям: сбор информации, организация контроля за движением подвижного состава и управление перевозочным процессом.

Информация, поступающая с линии, является исходным материалом для организации управления и регулирования перевозок пассажиров. С целью выработки рациональных и обоснованных решений, направленных на совершенствование перевозочного процесса, технологический процесс должен предусматривать различные методы контроля за работой подвижного состава, позволяющие иметь достоверную информацию. Контролю подвергается выпуск подвижного состава на линию и время его работы, выполненное число рейсов, регулярность движения, простой на линии, качество перевозки пассажиров и безопасность движения. Поступающая информация направляется в соответствующие подразделения для анализа и принятия необходимых решений по управлению процессом перевозок.

В г. Гетеборг (Швеция) внедрена система управления движением общественного транспорта, которая, наряду с организацией приоритетного движения автобусов, позволяет осуществить информационное обеспечение пассажиров в реальном режиме времени, которая является важным фактором в выборе вида транспорта.

Пассажиры не только получают информацию о времени, остающемся до прибытия на остановку следующего автобуса, но и сообщение о нарушении графика движения.

Все автобусы в г. Гетеборге в автоматическом режиме передают информацию о местоположении на маршрутной сети на каждом остановочном пункте. На основе этой информации осуществляется прогнозирование времени прохождения автобусов на всех остановочных пунктах.

В России автоматизированные системы диспетчерского управления пассажирским транспортом применяются в таких городах, как Краснодар, Ростов, Сочи, Омск, Екатеринбург, Новосибирск, Пермь, Волжский и других [11, 35, 49, 60]. Основным направлением их развития является управление городским пассажирским

транспортом на основе оборудования подвижных единиц и управляющего центра средствами радиосвязи с использованием спутниковых навигационных систем, информационных технологий и программного обеспечения, позволяющего в режиме реального времени отслеживать на мониторе компьютера маршрут движения автобусов, регистрировать данные о поездке и осуществлять радиосвязь с водителем.

Организация работы автобусного отделения диспетчерской службы предусматривает различные методы управления по обеспечению регулярной работы автобусов в целом по обслуживаемому району, которыми пользуются в зависимости от оперативной обстановки и особенностей работы автобусов на каждом маршруте. Всего насчитывается десять таких методов.

1. Ввод автобуса в расписание за счет повышения скорости сообщения. Этот метод (в целях безопасности) допускается только в том случае, если опоздание автобуса составляет не более 5% времени рейса.

2. Задержка автобуса на конечных остановках.

3. Ввод автобуса в расписание за счет снижения скорости сообщения.

4. Увеличение интервала отправления двух смежных автобусов с конечных остановок при выбытии одного автобуса с маршрута.

5. Отправление автобуса по оперативному интервалу при выбытии двух и более автобусов маршрута. В этом случае диспетчер устанавливает для всех автобусов данного маршрута новый интервал, определяемый отношением времени оборота к фактическому числу автобусов, оставшихся на маршруте.

6. Отправление автобусов в укороченный рейс. Этим методом пользуются в случаях превышения времени возможного нагона в очередном рейсе.

7. Сокращение отстоя на конечных остановках, но не более времени, необходимого водителю для обеспечения безопасной работы на маршруте.

8. Использование резервных автобусов с целью замены вышедших или в случаях резкого увеличения пассажиропотока.

9. Отправление автобусов по измененному направлению.

10. Переключение автобусов с одного маршрута на другой.

При организации движения автобусов на пригородных и междугородных маршрутах управление работой затруднено. Диспетчеризация на таких маршрутах осуществляется по принципу территориального обеспечения, т. е. только на участках маршрутов, проходящих в зоне действия регионального центра. Диспетчерское управление движением организуется и выполняется, как правило, аппаратом диспетчеров объединений автовокзалов и автостанций. Поскольку маршруты и перегоны имеют значительную протяженность и автобусы продолжительное время находятся в рейсе, диспетчерский контроль и управление движением их осуществляется как по маршрутам в целом, так и по перегонам. Основными задачами диспетчерского управления движением автобусов в этом случае являются:

- контроль за своевременным прибытием и отправлением автобусов по каждому предусмотренному расписанием остановочному пункту, регулярностью движения;

- оформление документации;

- прием и отправление автобусов в рейс;

- управление движением автобусов на маршруте с целью ликвидации отклонений от расписания и восстановления нарушенного движения;

- перераспределение автобусов и использование резерва;

- слежение за колебаниями спроса на перевозки и своевременная передача информации о серьезных изменениях пассажиропотоков;

- оказание технической помощи;

- передача сведений о наличии свободных мест и времени отправления автобусов.

Отправление автобуса в рейс производит дежурный диспетчер по посадке, который проверяет соответствие наличия пассажиров в автобусе ведомости продажи билетов. После отправления автобуса диспетчер сообщает на ближайший остановочный пункт фактическое время его отправления и наличие свободных мест. В случае задержки автобуса более чем на 20 мин. диспетчер обязан сообщить об этом на следующий остановочный пункт, а при опоздании более часа – по всему маршруту.

Непрерывный рост численности городского населения и в связи с этим - расширение городской транспортной сети, повышение интенсивности движения городского транспорта и рост объемов перевозок приводят к значительному усложнению процессов управления пассажирскими перевозками. Успешное решение этой задачи невозможно без широкого применения технических средств контроля и управления движением, включая ЭВМ, и внедрения интеллектуальных транспортных систем:

- системы приоритетного движения на светофорах;

- системы определения местонахождения транспортного средства;

- системы автоматического учета пассажиров;

- системы автоматического сбора платы за проезд и др.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проводимая в России новая экономическая политика выразилась в сокращении доли госбюджета, выделяемого на нужды общественного транспорта, в росте цен на топливо, запасные части и материалы. Либерализация экономики привела к тому, что городской общественный пассажирский транспорт стал бесконтрольной и неуправляемой отраслью. Вопросам использования современных методов математического исследования и системного анализа оптимизации работы городского пассажирского общественного транспорта, снижению затрат времени и средств населения, связанных с передвижением, неблагоприятного воздействия подвижного состава на окружающую среду, повышения безопасности движения и другому не уделяется должного внимания.

Переплетение социально-экономических, демографических, экологических и других факторов, политика дробления предприятий всех форм собственности привели к тому, что около 90% подвижного состава принадлежит перевозчикам, имеющим от 1 до 5 единиц подвижного состава. Операторы перевозок пассажиров не имеют производственной базы, соответствующей профессиональной подготовки и, следовательно, не в состоянии обеспечивать выпуск подвижного состава и организацию перевозок в соответствии с нормативными требованиями.

Оценку эффективности городских пассажирских перевозок обеспечивают два направления: прогнозирование транспортной подвижности населения и организация движения подвижного состава на действующих пассажирских маршрутах. Большую сложность представляют прогнозирование объема пассажирских пере-

возок и распределение его по видам транспорта, особенно когда на конкретном маршруте осуществляются перевозки автобусами, трамваями, маршрутными такси и т. д. Отсутствие точных методов прогнозирования потенциальной и транспортной подвижности на ГПОТ привело к тому, что за основу практики организации пассажирских перевозок принимают спонтанные натурные обследования, проводимые по различным упрощенным методикам, это затрудняет сравнение и обобщение получаемых результатов. Это обстоятельство требует особого внимания к разработке теории и модели оценки эффективности функционирования городского пассажирского общественного транспорта.

Разработанная в монографии теория и методика оценки эффективности работы городского пассажирского общественного транспорта, учитывающие влияние на организацию пассажирских перевозок вида транспорта, типа подвижного состава, величины платы за проезд, скорости перевозок пассажиров, инерционности перевозочного процесса и других факторов, имеют не только практический, но и научный интерес, хотя и нуждаются в некоторых дополнительных обоснованиях и уточнениях.

Повышение достоверности и точности квантифицированной оценки эффективности функционирования городского пассажирского общественного транспорта, равно как и надлежащее управление им позволит быстрее и с меньшими потерями ликвидировать негативные последствия экономических преобразований на транспорте и достигнуть оптимального уровня обслуживания городского населения в своевременном и качественном передвижении.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьев Л. Л. Пассажирские автомобильные перевозки. – М.: Транспорт. 1988. – 220 с.
2. Асатрян Р., Чеботарев А., Кийченко И. Какие автобусы нужны России и что нужно сделать для удовлетворения спроса на них? // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 12. – С.13-15, 51-52.
3. Автотранспортный комплекс: Итоги и перспективы // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 3. – С. 6-12.
4. Бутов А. Транспорт влияет на все аспекты жизни общества // Автомобильный транспорт. – 2000. – № 1. – С.10-11.
5. Вагнер Г. Основы исследования операций. Т. 3. – М.: Мир, 1973. – 501 с.
6. Вельможин А. В. и др. Теория транспортных процессов и систем / Вельможин А. В., Гудков В. А., Миротин Л. Б. – М.: Транспорт. – 1998. – 167с.
7. Вельможин А. В. и др. Теория организации и управления автомобильными перевозками: логистический аспект формирования перевозочных процессов / Вельможин А. В., Гудков В. А., Миротин Л. Б. – Волгоград: РПК «Политехник», 2001. – 177 с.
8. Васильев В. Второе дыхание iveco-УралАЗ // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 3. – С. 30-34.
9. Гудков В. А., Миротин Л. Б. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: Учебник. – М.: Транспорт, 1997. – 254 с.
10. Гудков В. А. Совершенствование технологии, организации и управления доставки грузов и пассажиров автомобильным транс-

портом. (Теория и практика): Дис. в виде научного доклада ... д. т. н. – Волгоград, 1999. – 48 с.

11. Герами В. Д. Методология формирования системы городского пассажирского общественного транспорта. – М.: Транспорт, 2001. – 311 с.

12. Госплан СССР. Методические указания к разработке государственных планов развития народного хозяйства СССР. – М.: Экономика, 1974. – 791 с.

13. Государственная транспортная политика Российской Федерации. Концепция // Автомобильный транспорт. – 1998. – № 1. – С. 65-72.

14. Государственная транспортная политика Российской Федерации. Концепция // Автомобильный транспорт. – 1998. – № 2. – С. 34-41.

15. Дюкова Е. Господин Великий Новгород // Автомобильный транспорт. – 1998. – № 7. – С. 29-35.

16. Дмитриев Е. Пути повышения эффективности перевозок // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 3. – С. 26-29.

17. Дажин А. В. Частный перевозчик в городском пассажирском транспорте // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 9. – С. 8-11.

18. Евсюков М., Дюкова Е. Нужен закон о пассажирских перевозках // Автомобильный транспорт. – 2000. – № 1. – С. 23-27.

19. Евсюков М. Надо работать над системой управления автотранспортом // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 3. – С. 15-16.

20. Евсюков М. Целевая программа выполняется – пассажиров возить не на чем // Автомобильный транспорт. – 1997. – № 2. – С. 14-15.

21. Евсюков М. Автомобильный транспорт – важнейшая отрасль экономики России // Автомобильный транспорт. – 2002. – № 4. – С. 9-14.

21. Евсюков М. Объединение автотранспортников – неотложная задача // Автомобильный транспорт. – 1998. – № 7. – С. 20-22.

22. Ефремов И. С. и др. Теория городских пассажирских перевозок / Ефремов И. С., Кобозев В. М., Юдин В. А. – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.

23. Занг В. Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. – М.: Мир, 1999. – 335 с.

24. Златин П. А. На пороге XXI века // Автомобильный транспорт. – 2000. – № 1. – С. 15-16.

25. Златин П. Автотранспорт на рубеже XXI века // Автомобильный транспорт. – 2000. – № 8. – С. 6-8.

26. Ильин В. О совершенствовании управления пассажирским городским транспортом // Автомобильный транспорт. – 1998. – № 7. – С. 42-44.

27. Котиков Ю. Г. Основы теории транспортных систем. – СПб., 2000. – 216 с.

28. Коллегия Министерства транспорта «О работе по стабилизации и реформированию системы городского пассажирского транспорта» // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 8. – С. 2-8.

29. Криницкий Е. Проблемы нормативно-правового обеспечения транспортного комплекса // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 6. – С. 8-10.

30. Криницкий Е. Модернизация транспортного комплекса России // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 10. – С. 3-6.

31. Криницкий Е. Автомобильные выхлопы в легкие москвичей! // Автомобильный транспорт. – 1996. – № 8. – С. 45-46.

32. Криницкий Е. Отечественные автобусы глазами их создателей и эксплуатационников // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 12. – С. 10-12.
33. Криницкий Е. Транспорт и логистические технологии XXI века // Автомобильный транспорт. – 2000. – № 5. – С.10-13.
34. Куприн Е. Итоги работы министерства транспорта РФ в 1996 г. и перспективы на 1997 г. // Автомобильный транспорт. – 1997. – № 2. – С. 2-11.
35. Курганов В. М. Логистика и городские пассажирские перевозки // Бизнес и логистика. – М., 2002. – С. 96-98.
36. Левицкий С. Ты «Газель» моя бодливая // Автомагистраль. – 2002. – № 4. – С. 16-18.
37. Мельник М. Основы прикладной статистики. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 414с.
38. Нарезный В. На пассажирский маршрут через конкурс // Автомобильный транспорт. – 1998. – № 7. – С.58-59.
39. Новожилов В. В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании. – М.: Наука, 1972. – 434с.
40. Организация, методы и технология проектирования: Реферативная информация. – М., 1976. – 70 с. – (Центральный институт научной информации по строительству и архитектуре Госстроя СССР. Серия XIII. Вып. 9).
41. Поттгофф Г. Учение о транспортных потоках. – М.: Транспорт, 1975. – 343с.
42. Петренко В. Эволюция маршрутного такси на Кавминводах // Автомобильный транспорт. – 2000. – № 7. – С. 40-41.
43. Решение общего собрания расширенного Совета Департамента автомобильного транспорта Минтранса России, III съезда Российского автогосударственного союза и акционеров АК «Росавтотранс» // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 5. – С. 26-28.

44. Результаты работы городского пассажирского транспорта Российской Федерации в 2001 году. – М., 2001. – 25 с.

45. Смолев Б. Как выбрать стратегию выживания // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 3. – С. 13-14.

46. Стрельников А. И. Программа определения потенциальной транспортной потребности по воздушным расстояниям / ЦАИИП градостроительства. – М., 1977. – 52 с.

47. США. Современные методы управления. – М.: Наука, 1971. – 334 с.

48. СНИП II-60-75. II, гл. 60. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов. – М.: Стройиздат, 1976. – 15 с.

49. Санамов Р. Г. Повышение эффективности функционирования городских пассажирских автомобильных перевозок: Автореф. дис. кандидата технических наук. – Волгоград, 1999. – 20с.

50. Транспорт на дальние расстояния: Материалы конференции международной экономической ассоциации. – М.: Транспорт, 1982. – 293 с.

51. Тарский И. Фактор времени в транспортном процессе. – М.: Транспорт, 1979. – 308 с.

52. Транспортная система – мощный катализатор экономического роста страны // Автомобильный транспорт. – 2000. – № 1. – С. 5-6.

53. Транспорт и городская среда: Совместный советско-американский доклад по теме: «Рациональное соотношение развития общественного и индивидуального транспорта в городах различной величины». – М.: Стройиздат, 1978. – 163 с.

54. Фомин О. Опыт работы объединений частных перевозчиков // Автомобильный транспорт. – 2001. – № 4. – С. 12-13.

55. Цибулка Ян. Качество пассажирских перевозок в городах. – М.: Транспорт, 1987. – 239с.

56. Чернова Г. А., Кулько П. А. Рыночное развитие автомобильных перевозок пассажиров должно быть управляемым // Автомобильный транспорт. – 2002. – № 2. – С. 4-5.

57. Шефтер Я. Как лучше организовать пассажирский транспорт? // Автомобильный транспорт. – 2000. – № 1. – С. 36-38.

58. Шаповалов В. И. Основы синергетики. – М., 2000. – 312 с.

59. Шабаршова Э.В. Система пассажирского транспорта города и агломерации. – Рига: Зинатне, 1981. – 279 с.

60. Шабанов А. В. Региональные логистические системы общественного транспорта: методология формирования и механизмы управления. – Ростов-на-Дону: Из-во СКНЦ ВШ, 2001. – 205 с.

61. Янг С. Системное управление организацией. – М.: Советское радио, 1972. – 455с.

## Издательство «СТАРАЯ БАШНЯ»

(г.Волжский Волгоградской обл.)

- ✓ осуществляет компьютерный набор, верстку, корректирование и редактирование литературно-художественных, научных, учебных и других текстов и рукописей, проводит всю предпечатную подготовку и оформление книгоиздания.
- ✓ В 2002 году издательство «СТАРАЯ БАШНЯ» подготовило и выпустило в свет на базе Волжского полиграфкомбината двухтомник «Порочное зачатие истории» с суперобложкой и повесть «Улетевшее бедство» в твердом переплете Е.И. Крюкова, а также монографию кандидата исторических наук, директора Волгоградского областного госархива Н.Н. Смирнова «Тайны Волгодонстроя».
- ✓ В начале 2003 года издательство выпустит набор открыток и цветной фотобуклет о Волжском, первые тома из мини-серии «История, которую мы не знаем» и другие издания.

## ФАВОРИТ

*витаминный биокомплекс*

Вниманию пассажиров и водителей!

Биодобавка «ФАВОРИТ» поможет вам принимать более верные решения и оптимистично смотреть в будущее – за счет активизации работы печени, нервной системы и мозга.

Вам будет легче переносить колебания атмосферного давления, высокие и низкие температуры.

Суперсистема «ФАВОРИТ» поможет значительно снизить вес – всего 2-3 таблетки в день позволят свободно обходиться без пищи 5-7 часов.

Спрашивайте «ФАВОРИТ» в ближайших аптеках.

«ФАВОРИТУ» нет аналогов!

Защитит вас от простуды и инфекционных заболеваний.

Научное издание

Александр Васильевич Вельможин  
Владислав Александрович Гудков  
Алексей Викторович Куликов  
Александр Александрович Сериков

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

*Монография*

Редактор И.Н. Ётова  
Компьютерная верстка, оригинал-макет *А. В. Куликов*

Лицензия ИД №05816 от 12.09.2001 г. изд. «Старая башня»  
Выдана Министерством Российской Федерации по делам печати,  
телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Подписано в печать 18.11.2002 г.

Формат 60×84 1/16. Гарнитура Times.

Бумага офсетная. Уч.-изд. л.

Усл. печ. л. .... Тираж 500 экз. Заказ №....

Волгоградский государственный технический университет,  
400131 Волгоград, просп. им. В. И. Ленина, 28.

Усл. печ. л. 16. Тираж 500 экз. Заказ 84.

Волгоградский государственный технический университет,  
400131 Волгоград, пр. Ленина, 28.

Отпечатано с готового оригинал-макета  
на ОАО «Альянс «Югполиграфиздат»  
г. Волжский, ул. Пушкина, 79.