



УДК 656.072

© П. П. Володькин, И. Н. Пугачёв, 2010

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ РЫНКА И КОНКУРЕНЦИИ

Володькин П. П. – канд. экон. наук, проректор по международным связям и внешне-экон. деятельности, сот. тел.: 8-914-159-9437, pvolodkin@mail.khstu.ru (ТОГУ);
Пугачёв И. Н. - канд. техн. наук, доц. кафедры «Автомобильные дороги», сот. тел.: 8-914-540-3234, pin@dvadi.khstu.ru (ТОГУ)

Рассмотрены проблемы совершенствования организации перевозок пассажиров, их влияние на реализацию миссии развития на примере г. Хабаровска. Проведена оценка провозной способности и специализации пассажирского автомобильного транспорта.

Problems of improving organization of passenger transportation and their impact on the implementation of the development mission in city of Khabarovsk as an example are considered. The evaluation of carrying capacity and specialization of passenger auto transport is made.

Ключевые слова: провозная способность, городской пассажирский транспорт, структура пассажирского парка, пассажироперевозки, транспортные услуги

Городской пассажирский транспорт (ГПТ) имеет не только экономическое, но и большое социальное значение, так как влияет на жизнедеятельность общества и окружающую среду. С работой транспорта прямо связаны темпы экономического развития города, рост благосостояния и жизненного уровня населения, повышение культуры общества, улучшение его здоровья и укрепление социального оптимизма. Исходя из этого проблема рационального развития систем ГПТ расчленяется на две задачи – изучение спроса на услуги транспорта со стороны производства и населения и организация предложения. Для их решения используются различные методы – изучение спроса как задачи концептуальной, решается методами общественных наук (разделы социологии), оптимизации предложения – методами естественных наук (математическое программирование) [1].

Основную нагрузку на магистральную сеть создает массовый пассажирский и легковой индивидуальный транспорт. Она составляет примерно 60–

70 % от общего пробега и сосредоточена в центральных районах города. Именно эта нагрузка формирует основные требования к магистральной сети города. Поэтому главное внимание в данной работе уделено анализу системы ГПТ [2-3].

ГПТ представляет собой сложную систему, поскольку включает в себя ряд подсистем: магистральную сеть и сооружения, подвижной состав, депо, гаражи, парки и ремонтную базу, а также подсистему управления.

Важным вопросом при анализе вариантов систем ГПТ является их комплексная оценка. Для осуществления народнохозяйственного подхода к оценке эффективности ГПТ необходимо учитывать его всесторонний эффект для экономики города, уделяя особое внимание запросам рынка, а также социальной и экологической результативности. Эффект ГПТ распадается на прямой экономический (в сфере самого транспорта) и сопутствующий социально-экономический (вне сферы транспорта, учитывающий его характерную особенность – влияние на человека и окружающую среду). В целом значение транспорта определяется тем, в какой мере он способствует экономии важнейших ресурсов общества и природы. Речь идет об экономии времени и энергии человека, улучшении состояния окружающей среды, снижении количества ДТП, шума, вибрации и т. д. [4].

От правильной и четкой работы ГПТ зависит количество и качество предоставляемых им услуг населению. Поэтому важное значение имеет изучение основных закономерностей движения: загрузки маршрутов (для выбора вместимости подвижного состава), интервалов и регулярности движения, наполнения подвижного состава и сходов его с линии [5].

Подвижной состав по вместимости в каждой группе городов, с различной численностью населения, должен быть подобран так, чтобы он соответствовал характеру распределения перевозок по маршрутам. Интервалы движения на маршрутах должны находиться в заданных пределах (от 2 до 7 мин). Количественное соотношение различных типов подвижного состава по вместимости должно быть таким, чтобы каждого типа было достаточно для обслуживания нескольких маршрутов. Наполнение подвижного состава не должно превышать нормативного значения.

Закономерности движения ГПТ и качество транспортного обслуживания изучались и представлены в данной работе на примере города Хабаровска. Регулярные перевозки пассажиров в г. Хабаровске осуществляются муниципальным транспортом и коммерческими (частными) перевозчиками.

Организационная структура муниципального транспорта на 01.01.2009 г. представлена 1 автобусным предприятием и 1 трамвайно-троллейбусным управлением, включающим 2 трамвайных и 1 троллейбусное депо (табл. 1).

Сеть внутригородских и пригородных маршрутов формируется под контролем органов управления субъектов Федерации и муниципальных властей.

Перевозки по муниципальным маршрутам осуществляются на основе муниципального контракта по социально ориентированным тарифам и с привлечением бюджетных средств к финансированию перевозчиков.



Таблица 1

Организация пассажирских перевозок в г. Хабаровске

Городской пассажирский транспорт	
Муниципальный транспорт	Коммерческий транспорт
1. Хабаровское пассажирское автотранспортное предприятие №1 (ХПАТП-1)	1. Пассажирские перевозки с помощью автобусов средней вместимости
2. Хабаровское трамвайно-троллейбусное управление (ХТТУ)	2. Пассажирские перевозки с помощью автобусов малой вместимости (маршрутное такси)
	3. Пассажирские перевозки с помощью легковых автомобилей

По состоянию на 01.01.2009 г. общее количество подвижного состава в предприятиях и организациях пассажирского транспорта насчитывает 1064 единицы подвижного состава, в том числе муниципальных автобусов – 300, трамваев – 89, троллейбусов – 47, коммерческих автобусов – 381 единицы, маршрутных такси – 247.

В настоящее время коммерческие автобусы работают на 46 городских автобусных маршрутах. Для сравнения – в 2001 г. коммерческие автобусы обслуживали 34 маршрута. Увеличилось и количество автобусов, если в 2001 г. их было 342, то в 2008 г. их количество уже было 381.

Данные по количеству подвижного состава в г. Хабаровске даны в табл. 2 и для наглядности представлены в виде диаграммы на рис. 1.

Таблица 2

Количество подвижного состава в г. Хабаровске

Показатель	2003	2004	2005	2006	2009
Автобусы, шт.	798	854	802	720	681
Троллейбусы, шт.	44	46	47	47	47
Трамваи, шт.	96	93	93	88	89

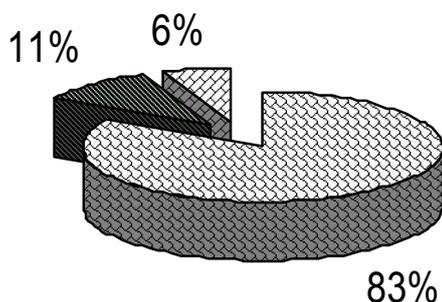


Рис. 1. Диаграмма распределения подвижного состава по видам транспорта в 2009 г

☒ - автобусы, ☒ - троллейбусы, ☒ - трамваи

Центральная часть города перенасыщена транспортом и пешеходами. Низкая пропускная способность улиц и пересеченность рельефа ставит задачу реконструкции проезжих частей улиц, введения дополнительных ограничений и обустройства современными техническими средствами регулирования.

По итогам 2009 г. регулярность по муниципальному транспорту составила 84 %, при нормативе, установленном Комплексной системой управления качеством пассажирских перевозок, в 93 %. Это говорит о недостаточном качестве обслуживания пассажиров.

Значительная часть подвижного состава в настоящее время эксплуатируется за пределами нормативного срока службы. Наблюдается четкая динамика роста количества подвижного состава, подлежащего списанию по техническим характеристикам, но продолжающего эксплуатироваться в настоящее время. В муниципальных автопредприятиях подлежат списанию автобусы, обладающие большой пассажироместимостью (Икарусы и ЛИАЗы). Марочный состав транспортных средств, его количество и доля подлежащих списанию автомобилей с 2004 по 2008 гг. представлены в табл. 3.

На сегодняшний момент разработан «Генеральный план города Хабаровска», который включает проект развития внутригородского транспорта и транспортной сети города на период до 2025 г.



Таблица 3

Анализ наличия подвижного состава в автопредприятиях ХПАТП-1

Марка	На 1.01.2004		На 1.01.2005		На 1.01.2006		На 1.01.2007		На 1.01.2008	
	Списочное кол-во, ед.	Подлежит списанию, %								
ЛиАЗ	233	80,7	188	90,4	135	94,1	76	96,1	37	97,3
Альтерна	3		3		2		1			
ЛАЗ-695	23	91,3	7	71,4	2		1			
ЛАЗ-699	3	66,7	2	50	1		1		1	
ПАЗ	16	68,8	14	92,9	6	83,3	4	75	1	100
МАЗ-104	1		1		1		1		1	
Икарус-280	69	98,6	59	100	34	100	15	100	8	100
Икарус-260	9	100	8	100	6	100	5	100	3	100
Икарус-250	11	100	8	100	7	100	2	100	1	100
Икарус-256	9	100	6	100	3	100	1	100		
BV-105	4	25	4	75	1	100	1	100	1	100
BS-106	65	1,5	122	57,4	172	57	201	88,6	238	96,6
BV-113	8	100	8	100	7	100	7	100	7	100
Нефаз-5299			2		2		2		2	
Итого	454	72,5	432	81,3	379	76	318	89,6	300	95,7

Основными проблемами, сдерживающими эффективное развитие городского пассажирского транспорта, являются [6-7]:

- прогрессирующее моральное и физическое старение парка транспортных средств на муниципальных пассажирских предприятиях, что вызывает увеличение затрат на их эксплуатацию и снижение безопасности перевозок;
- несовершенство нормативно - правовой базы организации пассажирских перевозок;
- недостаточность парка подвижного состава на муниципальных предприятиях;
- недостаток пропускной способности основной улично-дорожной сети.

Маршруты города представлены тремя типами: классический маятниковый, чистый кольцевой, комбинация кольцевого с маятниковым. Фактически в городе все маршруты, начинающиеся в центре, являются комбинированными. Кроме того, правило обязательной высадки пассажиров на конечных остановках сегодня не соблюдается. Пассажир получил право транзитного проезда конечных остановочных пунктов по одному проездному документу. По-

этому обнуление пассажиропотока на конечных пунктах на большинстве маршрутов не происходит, не зависимо от типа маршрута.

В этом случае классические представления о параметрах работы маятникового маршрута теряют смысл из-за существенных искажений таких показателей, как средняя дальность поездки, коэффициент использования вместимости, коэффициент сменяемости пассажиров, рассчитывается в прямом и обратном направлениях. Более точные результаты обеспечивает представление маршрута в виде кольцевого, т. е. в расчетах рассматривается не прямой и обратный рейс, а оборотный рейс. В связи с этим существует понятие полукольцевой маршрут, под которым подразумеваем маршрут, на котором на одном или обоих конечных остановочных пунктах обнуление наполнения не происходит, т. е. наблюдается транзитный пассажиропоток. Конечный пункт установлен в соответствии с официально принятыми конечными остановками.

При решении прикладных задач с использованием перечисленных параметров используются именно данные за оборотный рейс, т. е. принцип достаточности и точности информации.

Все передвижения пассажиров, несмотря на их кажущуюся хаотичность, подчиняются определенным закономерностям, знание которых помогает правильно планировать развитие системы ГПТ. Наиболее важные закономерности передвижений, влияющие на работу ГПТ, связаны с масштабом города, взаимным размещением и удалением отдельных пунктов тяготения, вероятностью пользования транспортом, выбором пути следования и др. Эти факторы влияют на подвижность, а также на основные пространственно-временные параметры передвижения населения.

В наших городах с развитым массовым пассажирским транспортом, вследствие небольшой плотности расселения, передвижения «от двери до двери» связаны со значительными накладными затратами на подход, ожидание, пересадку, отход от остановки.

В г. Хабаровске наиболее распространенным видом городского пассажирского транспорта являются автобусы. Количество перевезённых пассажиров и выполненных пассажирокилометров по различным видам транспорта с 2003 по 2007 гг. представлено в табл. 4.

В целом за сутки на городских маршрутах г. Хабаровска перевозится в среднем 489044 чел. в будние дни, в том числе: автобусами – 385026 чел. (79 %), электротранспортом - 104018 чел. (21 %) и 342013 чел. в выходные дни, в том числе: автобусами – 268794 чел. (79 %), электротранспортом – 73219 чел. (21 %). Распределение объемов перевозок по видам транспорта и дням недели представлено на рис. 2.

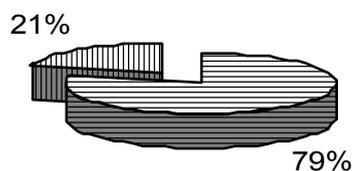
Пассажирооборот за сутки в среднем по городу составляет 2333537 пасс.-км в будние дни в том числе: автобусами – 1971575 пасс.-км.(84 %), электротранспортом – 361962 пасс.-км (16 %) и 1682211 пасс.-км в выходные дни, в том числе: автобусами – 1417140 пасс.-км (84 %), электротранспортом – 265070 пасс.-км (16 %).



Таблица 4

Показатели работы предприятий пассажирского транспорта

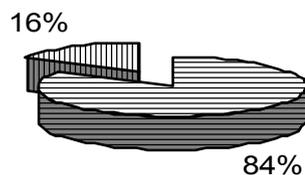
Показатель	2003	2004	2005	2006	2007
Перевезено пассажиров, тыс. чел.	190252,6	139789,1	112704	106810	121877,8
В том числе:					
– автобусами	127864,3	97640,8	84849	81629,6	95735,8
– трамваями	45206,5	29770,3	19660,1	17341,5	17901
– троллейбусами	17181,8	12378	8194,4	7838,8	8241
Пассажирооборот, тыс. пасс. мест. км	2915692,5	2588793	2628770	2640204	2672120
В том числе:					
– автобусами	1704747	1462609	1547199	1628214	1712414
– троллейбусами	299219	290529,4	307892	296790	272761,7
– трамваями	911726,5	835655	773679	715200	686943,7



■ Автобусы ■ Электротранспорт

Рис. 2. Диаграмма распределения объемов перевозок

Распределение пассажирооборота по видам транспорта и дням недели представлено на рис. 3.



■ Автобусы ■ Электротранспорт

Рис. 3. Диаграмма распределения пассажирооборота

Потребность населения в транспорте зависит не только от числа поездок, но и от дальности поездки, что является весьма существенным показателем, влияющим на экономическую деятельность транспортного предприятия, определяющим не только целесообразность выбранной маршрутной схемы, но и количества подвижного состава, необходимого для обеспечения перевозки.

Величина средней дальности – фактор непостоянный и зависит от размера и формы территории города, протяженности и конфигурации сети пассажирского транспорта, взаимного расположения жилых массивов и пунктов пассажирского тяготения. Средняя дальность поездки пассажиров по маршрутной сети составила 4,77 км.

Наименьшая средняя дальность поездки пассажиров составляет 2,00 км на маршруте 1-л, наибольшая средняя дальность поездки пассажиров составляет 9,92 км на маршруте 46-б.

На электротранспорте средняя дальность поездки пассажиров составляет 3,48 км, что ниже, чем в среднем по сети.

В будние (выходные) дни наибольшее количество пассажиров перевозится на маршрутах: автобусов № 25, 46226 чел. – 9,5 % (28475 чел. – 8,3 %); № 8, 24568 чел. – 5,0 % (18800 чел. – 5,5 %); трамваев № 1, 28479 чел. – 5,8 % (22154 чел. – 6,5 %); № 5, 27016 чел. – 5,5 % (16770 чел. – 4,9 %); троллейбусов № 1, 20577 чел. – 4,2 % (16283 чел. – 4,8 %).

Уменьшение пассажиропотока в выходные дни на 30,1 % объясняется снижением количества трудовых поездок, изменением контингента пассажиров на отдельных маршрутах.

Доля объема перевозок по видам транспорта в будни и выходные представлена на рис. 4.

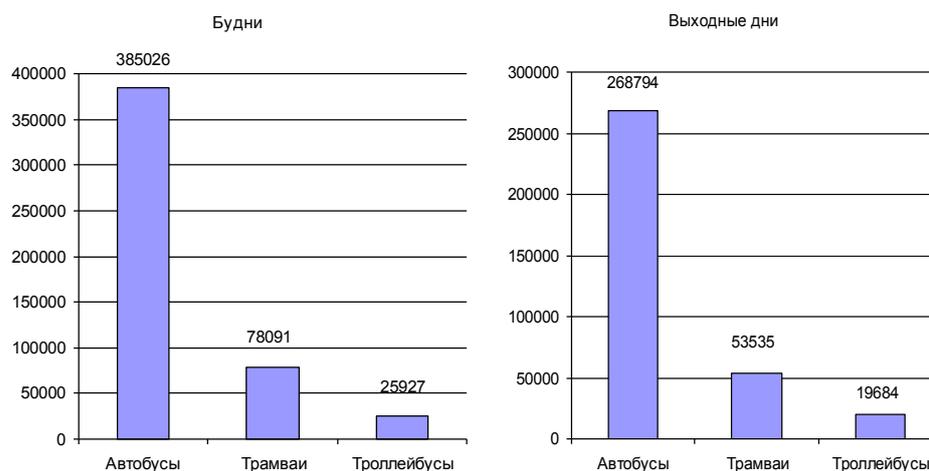


Рис. 4. Диаграмма распределения объема перевозок по видам транспорта

В среднем за час перевозится 25739 пассажиров в будние дни и 18000 пассажиров в выходные дни. Коэффициент неравномерности пассажиропотока



ка по часам суток в целом по городу $K_n = 1,88$ в будние дни и $K_n = 1,57$ в выходные дни. На отдельных маршрутах он колеблется от 1,21 на маршруте № 42к до 2,52 на маршруте № 57вк в будние дни и от 1,2 на маршруте № 30 до 2,71 на маршруте № 17.

Максимальный объем перевозок наблюдается в будние дни: с 8–9 ч утра и составляет 55775 чел. или 11,41 %, и с 17–18 ч вечера и составляет 42852 чел. или 8,77 %. В утренние часы пиковый период приходится на интервал с 7–9, в течение которого осуществляется 27,4 % суточного объема перевозок, вечерний пик более растянут с 15–19 ч, в течение которого осуществляется 30,32 % суточного объема перевозок. Затем с 10 утра до 15 ч пассажиропоток равномерно устойчив. В это время перевозится около 6 % суточного объема перевозок в час. Перевозка в поздние часы резко сокращается: с 20 до 24 ч перевозится 21304 чел. или 4,36 % суточного объема.

В выходные дни картина несколько меняется, утренний пик менее ярко выражен: максимальный объем перевозок (час «пик») наблюдается: с 8–9 ч утра и составляет 30362 чел. или только 8,92 % (утренний пик). В период с 8–19 ч часовые пассажиропотоки относительно стабильны с небольшой тенденцией к снижению до 7,09 % с 18–19 ч вечера. С 20–24 часов выполняется только 3,79 % суточного объема перевозок. Перевозка в поздние часы резко сокращается.

На основе проведенного анализа были разработаны методы рационального развития систем ГПТ на примере Хабаровска.

В качестве руководства к действию использовалась гипотеза о характере влияния разных параметров на удельную производительность V_{np} и приведенные затраты $C_{прив}$ [8-9]. В результате оптимизационных расчетов, проведенных на период до 2009 г., определено наилучшее сочетание транспортно-планировочных параметров систем ГПТ (Δl_i – удельная работа транспорта i -го вида, км/жит; δ_n – плотность транспортной сети, км/км², δ_n – плотность населения города, тыс. жит./км², Ω – вместимость ТЕ i -го вида, пасс.; k_m – маршрутный коэффициент), а также наиболее приемлемый коэффициент совмещенности транспортных сетей различных типов k_c .

Анализ этих зависимостей показывает, что в целом приведенные затраты системы ГПТ (зависящие и не зависящие от пробега) снижаются по мере роста города при условии сопоставимости исходных данных.

Расчеты показали, что в Хабаровске нет тенденции к снижению приведенных строительно-эксплуатационных затрат, так как плотность населения города $\delta_n = 1,55$ тыс. жит./км² и плотность транспортной сети $\delta_n = 2,34$ км/км² являются допустимыми. Данная тенденция наблюдается тогда, когда начинается рост плотности населения (в пределах $\delta_n = 3–9$ тыс. жит./км²) и уменьшается плотность транспортной сети (в пределах $\delta_n = 3,5–1,0$ км/км²). Хабаровск относится к III группе городов с населением 500–750 тыс. жит., расчеты по данной группе показали, что точка перелома, с которой приведенная стоимость начинает особенно быстро изменяться, имеет координаты $\delta_n = 1,5$ км/км² и $\delta_n = 5$ тыс. жит./км². При одновременном изменении этих

показателей от данной точки в противоположных направлениях ($\delta_{\text{л}} \rightarrow \max$, $\delta_{\text{н}} \rightarrow \min$) происходит быстрый рост стоимости в связи с умножением отрицательного эффекта. При этом динамика изменения показателей различна для разных групп городов.

Большое влияние на эффективность системы ГПТ оказывает набор видов транспорта, т. к. они имеют разные стоимостные показатели. Обнаружено также значительное влияние на стоимость степени совмещенности (или совпадения) транспортных магистралей с разными видами транспорта. Чем выше совмещенность, тем ниже затраты на сеть. С другой стороны, рост линейной плотности сети при тех же затратах может быть достигнут путем снижения совмещенности сетей (в разумных пределах, диктуемых необходимостью взаимодействия разных видов транспорта) [10-11].

Библиографические ссылки

1. *Проблемы общественного транспорта или недооценивание его значимости в инфраструктуре города // Дальневосточные дороги и транспортные коридоры : научно-технический и производственный журнал дорожно-транспортной отрасли Дальнего Востока. 2006. № 4.*
2. *Пугачев И. Н. Проблемы модернизации транспортных систем городов // Транспортное строительство 2008. № 8.*
3. *Пугачёв И. Н., Леонтьев Р. Г. Проблемы эффективной модернизации городской дорожной сети // Транспорт: наука, техника, управление : науч. информац. сб. 2008. Вып. 4.*
4. *Володькин П. П., Загорский И. О. Особенности формирования транспортной системы в Хабаровском крае на современном этапе // Транспортно-логистические центры в условиях экономического кризиса : сб. науч. тр. IX Российско-Германского симпозиума по транспортной политике и экономике. Казань, 2009.*
5. *Пугачёв И. Н., Володькин П. П. Прогнозирование развития системы городского пассажирского транспорта в условиях крупного города // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2010. № 1(16).*
6. *Пугачёв И. Н., Куликов Ю. И. Системное регулирование транспортной деятельности в Российской Федерации // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2008. № 1 (8).*
7. *Пугачёв И. Н., Куликов Ю. И., Володькин П. П. Основные принципы системной организации дорожного движения, перевозок и управления // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России : материалы V междунар. науч.-техн. конф. 21–23 мая 2008 г. Пенза, 2008.*
8. *Сафронов Э. А. Транспортные системы городов и регионов. М., 2005.*
9. *Самойлов Д. С. Городской транспорт. М., 1983.*
10. *Пугачёв И. Н. Методология развития эффективного и безопасного функционирования транспортных систем городов. Владивосток, 2009.*
11. *Пугачёв И. Н. Развитие городских транспортно-распределительных систем // Транспорт Урала. 2010. № 1(24).*