

УДК 656.13

С.А.АЗЕМША, канд. техн. наук, С.В.СКИРКОВСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г.Гомель

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ
АВТОБУСАМИ РАЗЛИЧНОЙ ВМЕСТИМОСТИ
(на примере г.Мозыря)**

В настоящее время экономическое состояние пассажирских автотранспортных предприятий нельзя назвать удовлетворительным. Рациональное использование транспортных средств, обеспечивающее обслуживание населения с наименьшими задержками, может быть достигнуто в том случае, если эти средства по типу и вместимости максимально соответствуют мощности и характеру пассажиропотока, а также условиям перевозки.

Нині економічний стан пасажирських автотранспортних підприємств не можна назвати задовільним. Рациональне використання транспортних засобів, що забезпечує обслуговування населення з найменшими затримками, може бути досягнуто в тому випадку, якщо ці засоби за типом і місткістю максимально відповідають потужності й характеру пасажиропотоку, а також умовам перевезення.

Now it is impossible to name an economic condition of the passenger motor transportation enterprises satisfactory. The society, in turn, perceives efficiency of activity of city passenger transport with the account not only profitableness of its activity, but also social consequences as a result of transport movement of passengers.

Ключевые слова: автобус, вместимость транспортных средств, качество перевозок пассажиров, городские перевозки, организация перевозок.

В настоящее время экономическое состояние пассажирских автотранспортных предприятий нельзя назвать удовлетворительным. Изношенность подвижного состава, ремонтной базы, несоответствие структуры парка подвижного состава сложившемуся спросу на перевозки и нерациональная организация перевозочного процесса являются характерными признаками условий работы пассажирских предприятий автомобильного транспорта.

В то же время пассажирские городские перевозки являются стратегически важной отраслью народного хозяйства нашей страны. От качества транспортного обслуживания населения зависит и производительность труда, и психико-физиологическое состояние пассажиров, и социальные настроения в целом. Качественное удовлетворение спроса на городские пассажирские перевозки является одной из составляющих успешного экономического развития города или региона.

Целью настоящей работы является изучение деятельности РДАУП «Автобусный парк №2» г.Мозыря, разработка комплекса мероприятий, направленных на повышение эффективности функционирования городского пассажирского транспорта, а также качества транспортного обслуживания населения.

Имеющиеся в настоящее время методики [1, 6] позволяют определить оптимальную вместимость подвижного состава для работы на маршруте и их необходимое количество. Однако результаты проведенных обследований пассажиропотоков показывают, что для рациональной организации работы подвижного состава и качественного обслуживания пассажиров необходимо использование на маршрутах подвижного состава различной пассажировместимости. Это обусловлено значительной неравномерностью пассажиропотоков по часам суток.

В проведенных научных исследованиях [4, 5] было установлено, что оптимальная, по критерию минимума суммы затрат S_p , возникающих при выполнении перевозок, и потерь пассажиров от ожидания транспортных средств на остановочных пунктах за определенный период времени вместимость автобуса определяется по следующей зависимости:

$$q_{onm} = \sqrt{\frac{Q_{nc} \cdot \eta \cdot (l_o a_{км1} + a_{ч1}(l_o / v_{mo} + t_{ок}))}{C_{nc} \cdot \eta_{см}}}.$$

Однако значение Q_{nc} изменяется в течение суток, а вместимость единицы пассажирского транспортного средства, работающей на маршруте, остается постоянной. Поэтому решение должно приниматься по минимуму значения целевой функции

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_{qi} = \min_q,$$

где Z_{qi} – значение целевой функции для i -го часа суток; n – число часов за суточный период, в течение которых выполняются перевозки пассажиров на маршруте.

С учетом суточной изменчивости Q_{nc} оптимальное значение пассажировместимости единицы пассажирского транспортного средства определяется формулой

$$q_{onm} = \sqrt{\frac{2Q_{nc,cp} \cdot \eta \cdot (l_o a_{км1} + a_{ч1}(l_o / v_{mo} + t_{ок}))}{C_{nc} \cdot \eta_{см}}},$$

где $Q_{nc,cp}$ – среднечасовой пассажиропоток на наиболее загруженном участке маршрута по периодам, когда работа транспортных средств на маршруте организована без информирования пассажиров о расписании движения.

В качестве исходной величины при определении числа автобусов на конкретном маршруте принимается количество перевезенных пассажиров.

Потребность в автобусах устанавливается по всем часам периода движения. Количество транспортных средств, необходимых для перевозки пассажиров, рассчитывается по формуле [2, 3]

$$A_m = \frac{Q_{\text{рас}} \cdot t_o \cdot k}{q \cdot \gamma_n \cdot \eta_{\text{см}}} = \frac{t_o}{I},$$

где $Q_{\text{рас}}$ – значение пассажиропотока по рассчитываемому часу периода движения; t_o – время оборота автобуса на маршруте; k – коэффициент внутричасовой неравномерности; q – вместимость транспортного средства; γ_n – коэффициент использования вместимости; $\eta_{\text{см}}$ – коэффициент сменности пассажиров; I – интервал движения транспортных средств на маршруте.

В процессе работы под воздействием различных факторов интервал движения может отклоняться от расчетного и тогда фактический интервал I_{ϕ} рассчитывается по формуле

$$I_{\phi} = I + \sigma_I^2 / I,$$

где σ_I^2 – среднеквадратическое отклонение от планового интервала движения.

Общественный транспорт представлен автомобильным и трамвайным сообщением. Трамвайное движение в Мозыре было открыто в 1988 г. Главная задача трамвая – обеспечение бесперебойного сообщения на единственном маршруте "Депо - ОАО МНПЗ", который пролегает между городом и промышленной зоной, основу которой составляет Мозырский Нефтеперерабатывающий завод. Кроме того, услугами этого вида транспорта пользуются жители деревень и дачных поселков, расположенных вблизи трамвайной линии. Расстояние между конечными пунктами – чуть больше 20 км, которые трамвай проходит за 40 мин. Большая часть времени тратится в городе и промзоне на посадку/высадку пассажиров на остановках, участок между городом и заводом (большая часть пути, если смотреть в километрах) преодолевается довольно быстро. Необходимо отметить, что утром в сторону завода, а вечером – в сторону города трамваи следуют без остановок в пригородной зоне, в экспрессном режиме. Оплата за проезд осуществляется по трем тарифным планам: 1 – между городом и промзоной; 2 – между городом и пригородом, а также между пригородом и промзоной; 3 – внутри города, внутри пригорода, внутри промзоны. Основная масса пассажиров пользуется месячными проездными билетами, при необходимости совершить одну-две поездки (например на дачу, в лес

за грибами-ягодами) необходимо приобрести у водителя разовый талон. В час «пик» на линии работает порядка 32 вагонов вместимостью 211 человек каждый.

Автобус является главным транспортным средством города, выполняя основной объем пассажирских перевозок. На сегодняшний день в Мозыре автобусы обслуживают 15 городских маршрутов (табл.1).

Таблица 1 – Характеристики существующих маршрутов движения автобусного подвижного состава

№ маршрута	Наименование маршрута	Скорость сообщения	Протяженность (в одну сторону), км	Подвижной состав			
				марка	кол-во	количество оборотов	
						по будним дням	по выходным дням
1	2	3	4	5	6	7	8
2	Пл. Примостовая – м-н Железнодорожный	17,20	8,6	Икарус-280 МАЗ-104	3	90	88
3а	Пл. Примостовая – ЖБИ	15,44	4,5	Икарус-260 МАЗ-104	1	58	52
4	Пл. Примостовая (по кольцу)	16,25	13,0	Икарус-280	4	77	68
5	Пл. Примостовая – м-н Октябрьский	11,26	3,0	Икарус-280 МАЗ-104	2	96	106
6	Пл. Примостовая – м-н Заречный	19,09	7,8	Икарус-280 МАЗ-104	3	110	86
8	Ул. Заслонова – бул. Страконицкий	13,71	8,0	ЛАЗ-695	2	30	16
9	Пл. Примостовая – д. Новики	14,86	5,7	Икарус-260 ЛАЗ-695	2	74	74
9а	Пл. Примостовая – Мебельная фабрика	15,6	3,9	ПАЗ-3205	1	4	0
11	Пл. Примостовая – Стадион	11,00	5,5	ПАЗ-3205	1	14	0
14	Пл. Примостовая (по кольцу)	16,63	13,3	Икарус-280	4	79	66

Продолжение табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8
16	Пл. Примостовая – ЦММ	17,05	7,1	Икарус-280 МАЗ-104	4	150	132
18	Бул. Страконицкий – м-н Железнодорожный	15,75	10,5	Икарус-280 МАЗ-104	2	36	20
20	Пл. Примостовая – бул. Малинина	17,25	6,9	ЛАЗ-695 Икарус-260	1	8	0
21	Пл. Примостовая – з-д «Мозырьсельмаш»	20,24	10,8	Икарус-260 МАЗ-104	2	58	30
22	Пл. Примостовая – Козенки – з-д «Мозырьсельмаш»	19,68	10,5	Икарус-280 МАЗ-104	2	46	32
23	Пл. Примостовая – МЭС - Солькомбинат	18,98	11,7	Икарус-280 МАЗ-104	2	30	14
Итого	16	16,25	130,8	-	36	960	784

Практически все маршруты, за исключением №18, начинаются и заканчиваются (либо проходят, как №8) на Примостовой площади. Расположенная возле моста через р.Припять (откуда и пошло название), площадь играет роль автобусного центра города.

Городские автобусы № 4 и 14 ходят по одному и тому же кольцевому маршруту в разных направлениях (№ 4 – по часовой стрелке, №14 – против). Стоит добавить, что маршруты №4, 6, 14, 16, 18 дублируются частными маршрутными такси. В основном это 12-местные микроавтобусы "Мерседес-207", зачастую переоборудованные из грузового варианта в пассажирский.

Обслуживание городских, пригородных и междугородних маршрутов осуществляет автобусный парк №2. Основная часть городских перевозок осуществляется автобусами большой (Икарус-260, МАЗ-104) и особо большой (Икарус-280) вместимости. Также имеются в парке ЛАЗ-695, которые работают как на пригородных, так и на некоторых городских (№6, 9, 11) маршрутах.

Городские автобусные перевозки в городе Мозыре являются убыточными. Так, убытки за 2002 г. составили 415217 тыс. руб., а за 2003 г. – 28095 тыс. руб. Это объясняется многими факторами: большим количеством лиц, пользующихся бесплатным проездом, нерациональной организацией работы подвижного состава и т.д.

Городские автобусные перевозки характеризуются рядом качест-

венных показателей. Расчет основных показателей транспортного обслуживания населения г.Мозыря приведен в табл.2.

Таблица 2 – Расчет основных показателей маршрутной сети

Наименование показателя	Расчетная формула	Значение показателя
Плотность маршрутной сети, км/км ²	$\delta = L_c / F$, где L_c – протяженность транспортной сети, $L_c = 66,6$ км; F – площадь застроенной территории города, $F = 37,86$ км ²	1,76
Насыщенность маршрутной сети автобусами, ед./км	$K = A_0 / L_c$, где A_0 – максимальное количество автобусов на линии, $A_0 = 36$	0,54
Маршрутный коэффициент	$\mu = L_m / L_c$, L_m – длина линий маршрутов городских автобусов, $L_m = 130,8$ км	1,96
Затраты времени пассажиров на подход к остановочному пункту, мин.	$t_{neu} = 15(\frac{1}{2\delta} + 0,1)$	5,76
Сетевой интервал, мин.	$I_c = \frac{2 \cdot 60 \cdot L_c}{V_s A_0}$	13,7
Маршрутный интервал, мин.	$I_m = \frac{2 \cdot 60 \cdot L_m}{V_s A_0}$	26,7
Годовая подвижность населения, поезд./чел.	$\Pi = \frac{0,9 \cdot 365 \cdot Q}{N}$ где Q – объем перевозок в день обследования, $Q = 85438$; N – численность населения города, $N = 111,2$ тыс. чел.	250,6
Средняя дальность поездки пассажира, км	$l_{cp} = P / Q$, где P – пассажирооборот, $P = 286737,5$	3,36

Сравнительный анализ рассчитанных показателей с аналогичными данными в 1981 г. и 1988 г. позволяет сделать следующие выводы:

- наблюдается увеличение площади застроенной территории, численности населения города, протяженности транспортной сети, длины линий городских маршрутов;
- имеет место снижение средней эксплуатационной скорости с 16,9 км/ч в 1988 г. до 16,25 км/ч в 2004 г.;
- количество подвижного состава на маршрутах в час «пик» снизилось с 47 единиц в 1988 г. до 36 единиц в 2004 г.;

- увеличились значения маршрутного и сетевого интервала движения, а также время на подход пассажиров к остановочному пункту, средняя дальность поездки пассажира и маршрутный коэффициент;

- уменьшилась насыщенность подвижным составом транспортной сети, плотность маршрутной сети, годовая подвижность населения, объем перевозок и пассажирооборот.

Проведенные обследования передвижений населения и трудовых корреспонденций жителей г.Мозыря на автобусной городской маршрутной сети позволяют определить фактические значения ряда важных показателей:

- объем перевозок;
- пассажирооборот

$$AL = \sum_{i=1}^n A_i L_i ,$$

где A_i – пассажиропоток на i -м перегоне, пасс.; L_i – длина i -го перегона, км; n – количество перегонов на маршруте;

- средняя дальность поездки пассажиров как на каждом отдельном маршруте, так и в целом по городу

$$L_{cp} = AL / A ,$$

где A – объем перевозок пассажиров, пасс.

Расчет значений объема перевозок пассажиров, пассажирооборота и средней дальности поездки пассажира приведены в табл.3.

Анализируя полученные данные можно сделать следующие выводы:

- суточный объем перевозок по всем маршрутам равен 85438 пасс., а суточный пассажирооборот – 286737,5 пасс. · км;

- наибольшее количество пассажиров перевозится на маршрутах № 4 и №14 соответственно 15040 и 16048 пасс., что составляет 36,4% от общегородского объема перевозок;

- наименьшее количество пассажиров перевозится на маршруте № 20 и составляет 285 пасс.

Пассажиропотоки не являются величиной постоянной, т.е. они неравномерны. Степень неравномерности пассажиропотоков оценивается с помощью коэффициента неравномерности. Он определяется отношением максимальной мощности пассажиропотока за определенный период времени к средней мощности пассажиропотока за тот же период.

Степень сменяемости пассажиров за рейс характеризуется коэффициентом сменности пассажиров. Он определяется отношением об-

щего количества пассажиров, перевезенных за рейс, к вместимости автобуса.

Таблица 3 – Определение показателей работы подвижного состава

№ маршрута	Объем перевозок, пасс.	Пассажирооборот, пасс. · км	Средняя дальность поездки пассажиров, км
2	6196	24065,6	3,88
3а	1893	4405,3	2,33
4	15040	45455,5	3,02
5	6565	20067,8	3,06
6	5232	26272,8	5,02
8	2178	4281	1,97
9	3482	11429,3	3,28
9а	155	498,1	2,55
11	214	683	3,19
14	16048	49033	3,06
16	11974	33794	2,82
18	3846	17517,2	4,56
20	285	1223,8	4,29
21	2842	9802,9	3,45
22	5733	25508,5	4,45
23	3755	12699,7	3,38
Итого	85438	286737,5	3,356089

Для обеспечения оптимального наполнения подвижного состава, соответствующего колебаниям пассажирских потоков, должно меняться количество, вместимость и распределение подвижного состава по транспортной сети. Идеальным было бы непрерывное корректирование распределения подвижного состава по маршрутам во времени в соответствии с непрерывно меняющимся спросом на пассажирские перевозки, чтобы на любом перегоне любого маршрута постоянно поддерживать равенство между запросами на перевозки и их обеспечением. Но в настоящее время для всех систем маршрутизированного транспорта применяют опережающее дискретное планирование распределения подвижного состава по маршрутам, поэтому условия равенства запросов на перевозки и их удовлетворение могут быть выполнены только с той или иной степенью приближения, хотя и сглаживаются дифференцированным выпуском на линию и регулированием движения.

Для перевозки пассажиров должны быть использованы автобусы различных моделей и вместимости. Однако эффективность использования их далеко не одинакова, если номинальная вместимость не будет соответствовать фактической пассажиронапряженности на мар-

шруте. Использование автобусов малой вместимости при большой мощности пассажиропотоков увеличивает необходимое количество транспортных средств, повышает загрузку улиц и потребность в водителях. Применение же автобусов большой вместимости на направлениях с пассажиропотоками малой мощности приводит к значительным интервалам движения автобусов и к излишним затратам времени пассажиров на ожидание.

Таким образом, рациональное использование транспортных средств, обеспечивающее обслуживание населения с наименьшими задержками, может быть достигнуто в том случае, если эти средства по типу и вместимости максимально соответствуют мощности и характеру пассажиропотока, а также условиям перевозки. Автобусы большой вместимости нерационально использовать на маршрутах с малым пассажиропотоком и его высокой неравномерностью в течение суток, так как это приводит к большим интервалам движения и, соответственно, к увеличению времени ожидания пассажиров на остановках либо к значительному удорожанию себестоимости перевозок. Эксплуатация автобусов малой вместимости на маршрутах с мощным пассажиропотоком уменьшает интервал движения, но увеличивает потребность в подвижном составе, повышает нагрузку улиц и магистралей, снижает производительность работы.

Расчет затрат на организацию и выполнение перевозок пассажиров автобусами показал, что эксплуатационные затраты при совершенствовании структуры парка автомобильных пассажирских транспортных средств, используемых при внутригородских перевозках снижаются в среднем на 20%.

1. Аппак А.О. Развитие и эффективность пассажирских перевозок. – Таллин, 1981.
2. Гудков В.А., Миротин Л.Б. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками. – М.: Транспорт, 1997.
3. Спирин И.В. Городские автобусные перевозки. – М.: Транспорт, 1991.
4. Седюкевич В.Н., Скирковский С.В. Выбор вместимости транспортных средств для городских перевозок пассажиров в регулярном сообщении // Материалы XI междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург 2005.
5. Скирковский С.В. Совершенствование системы управления городским пассажирским транспортом // Материалы междунар. науч.-техн. конф. Т.1. – Минск: УП "Технопринт", 2003.
6. Ефремов И.С. Теория городских пассажирских перевозок. – М.: Высш. шк., 1980.

Получено 19.04.2010