

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАМВАЙНОГО ДВИЖЕНИЯ

Мозалевский Д.В.

Ярошевич В.К.

Кустенко А.А.

Белорусский национальный технический университет

Успешное функционирование крупного города возможно только при наличии эффективной системы общественного транспорта. Поэтому обеспечение населения города качественными транспортными услугами – одна из важнейших задач местных органов власти и управления.

Основная часть массовых пассажирских перевозок приходится на автобусы, троллейбусы, трамваи и метро, которые относятся к городскому общественному пассажирскому транспорту (ГОПТ). Ежедневно на перевозках пассажиров в городе занято 898 автобусов, 724 троллейбуса, 112 трамваев и 140 вагонов метрополитена. В среднем в сутки ГОПТ перевозит около 2,7 млн. человек, в том числе электротранспорт – 1,8 млн. человек.

Цель статьи – обзор существующего положения в трамвайном движении. Задача – определить все недостатки в трамвайном движении и предложить способы их устранения.

Пассажирооборот общественного транспорта за 1995-2006 гг. увеличился на 57,3%. Наибольшего роста пассажирооборот достиг в метрополитене (в 2,9 раза), в то время как перевозка пассажиров трамваями сократилась на 3,1% (рисунок 1). Исходя из величины транспортной подвижности (рисунок 2) трамвай занимает последнее место, хотя по провозной способности уступает лишь метро. Рассмотрим причины, которые делают этот вид транспорта столь непопулярным.

Трамвай – вид уличного рельсового общественного транспорта, обычно на электрической тяге, используемый преимущественно в городах для перевозки пассажиров по заданным маршрутам.

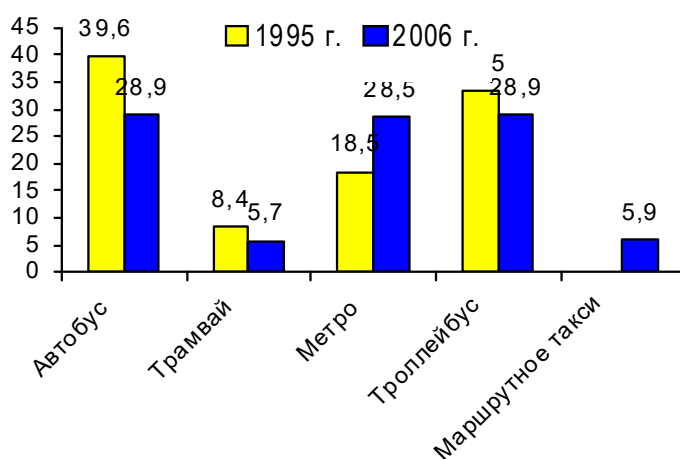


Рисунок 1 – Удельный вес перевозок пассажиров отдельными видами общественного транспорта г. Минска в 1995 и 2006 гг., %

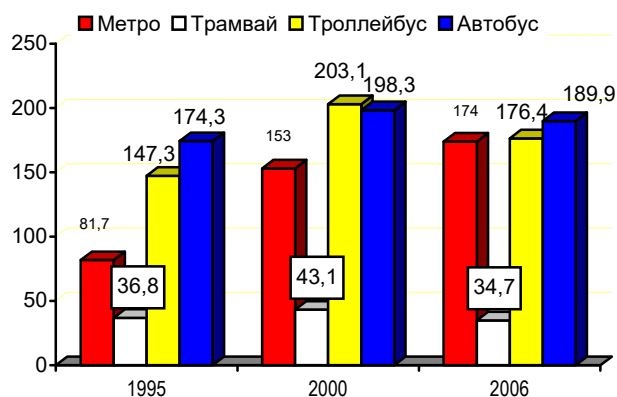


Рисунок 2 – Транспортная подвижность населения по видам транспорта, поездок в год

В 2004 году трамвайное движение возобновлено такими городами, как Афины, Барселона, Эскишэhir (Турция), Хьюстон, Миннеаполис, Трентон (США), Ноттенгем (Англия), Сассари (Италия). Общее число городов на земном шаре, которые с 1978-го по 2004 год восстановили или вновь организовали движение трамваев, составляет 87. В 2007 г. завершается подготовка к приему пассажиров впервые открытыми или переоснащенными трамвайными маршрутами еще в 29 городах мира.

В некоторых населенных пунктах Европы трамвай начал выходить за рамки классического понятия городского транспорта, поскольку у него появилась возможность стать на рельсы обычной железной дороги и работать в пригородном сообщении, покрывая расстояния до 80 километров за пределами городской черты. В некоторых пунктах, где нет метро, трамвай пропущен под наиболее загруженными улицами по тоннелю.

Несмотря на свою непопулярность, трамвай переживает сейчас новый этап своей истории в Минске. Разработан генеральный план развития столицы, в соответствии с которым почти во всех районах города появятся трамвайные пути.

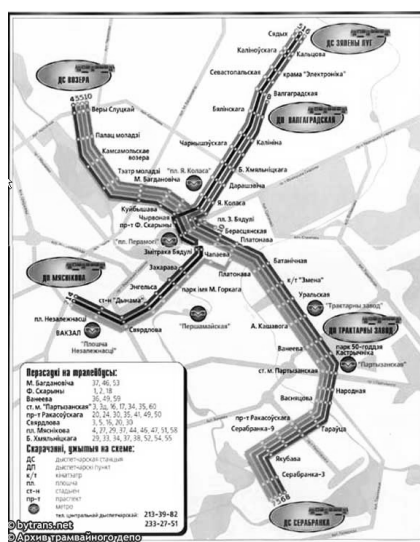


Рисунок 3 – Схема трамвайных маршрутов в Минске

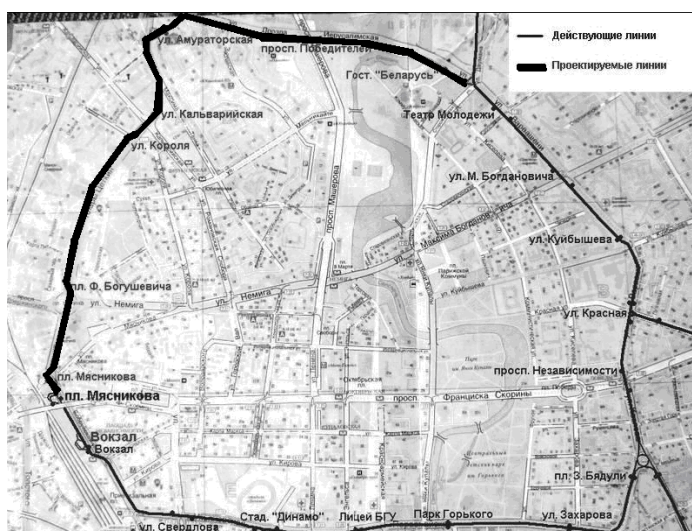


Рисунок 4 – Проектируемый участок трамвайной линии

В Минске на сегодняшний день успешно функционируют 10 маршрутов, из них 3 укороченных, носящих временный характер.

Таблица 1 – Трамвайные маршруты в Минске

№ п/п	Маршрут	Километры
1	Мясникова – Зеленый Луг	10,2
2	Мясникова	2,7
3	Серебрянка – Озеро	13,3
4	Мясникова – Озеро	10,5
5	Зеленый Луг – Озеро	10,2
6	Серебрянка – Зеленый Луг	15,5
7	Серебрянка – Мясникова	12,3
8	Серебрянка – Волгоградская	13,3
10	Озеро – пл. З. Бядули	5,1
11	Зеленый Луг – пл. З. Бядули	5,5

Общая длина маршрутов 98,6 км.

Таблица 2 – Подвижной состав трамвайного депо по состоянию на февраль 2006 год

Модель	Количество в Минске	Модель	Количество в Минске
РВЗ-6М2	71	АКСМ-1М	4
РВЗ-ДЭМЗ	15	АКСМ-60102	27
Татра Т6Б5	24	АКСМ-743	1
GT8D	10	КТМ 71-608К	1

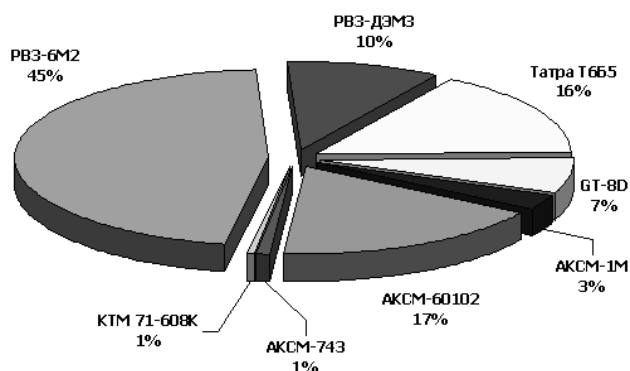


Рисунок 5 – Подвижной состав трамвайного депо по состоянию на февраль 2006 года

Сегодня в Минске 86 трамваев Рижского вагоностроительного завода (таблица 2, рисунок 5), амортизационный срок использования которых давно истек, данные трамваи имеют ряд недостатков по сравнению с новыми трамваями:

- повышенная вибрации и шум (89 дБ по сравнению с 85дБ у более новых моделей), $\Pi = 4751$ у.е. в год [1];
- меньшая комфортность при посадке, высадке, при движении (это связано с количеством и способом открытия дверей, меньшее количество поручней как в самом салоне, так возле дверей). Это влияет на количество травм пассажиров, получаемых при работе данного трамвайного вагона, увеличивает простои трамвая при посадке (высадке) пассажиров, $\Pi = 147821$ у.е. в год [1].

Еще одной особенностью трамвайного движения является отсутствие координации между движением трамваев и основного транспортного потока. Это выражается в простоях с одной и с другой стороны:

- основной транспортный поток вынужден пропускать пассажиров при посадке(высадке) в трамвайный вагон на остановках с посадкой на проезжей части.;
- некоторые автомобили (особенно в «час пик»), выезжают на трамвайное полотно для совершения маневра, тем самым препятствует движению трамвая.;
- неудачное расположение и недостаток в оборудовании некоторых трамвайных остановочных пунктов на проезжей части (на улицах с большой интенсивностью движения транспортного потока остановочный пункт, расположенный перед перекрестком, занимает место, которое может быть использовано для дополнительной полосы движения, тем самым снижается пропускная способность перекрестка).

Все это ведет к увеличению простоев как трамвайного движения, так и основного транспортного потока, и, как следствие, снижается скорость движения. Сегодня в Минске средняя скорость движения трамвая около 15 километров в час, в то время как в Европе – 20 – 25. Даже в Чехии на трамваях Т-3 и, что очень интересно, в белорусском городе Мозыре она составляет 32 километра в час. Для этого есть все условия: обособленный путь и скоростная контактная сеть. В Мозыре и Новополоцке трамвайные депо существуют

при нефтеперерабатывающих заводах и осуществляют доставку работников из центральной части городов в загородную зону, где расположены заводы.

Для того, чтобы в дальнейшем обеспечить успешное функционирование трамвайного движения, необходимо:

- располагать трамвайные пути на обособленном от основного транспортного потока полотне;
- необходимо синхронизировать включение зеленого сигнала светофора при приближении трамвайных вагонов;
- располагать трамвайные остановки на проезжей части так, чтобы они не мешали движению основного транспортного потока;
- скоординировать движения трамвайного и транспортного потока таким образом, чтобы успешно использовать трамвайные пути для совершения маневров основного транспортного потока без ущерба для трамвайного движения.

Рассчитаны затраты, связанные с движением на примере маршрута №1 (ДП «Зеленый луг»-пл. Мясникова). Для расчетов были проведены замеры пассажиропотока; интенсивности движения транспорта в районе остановки; интервалов движения трамвая; задержки трамвая на перекрестках, пешеходных переходах; задержки транспортного потока в районе остановочного пункта (было проведено по 3 замера в утренний и вечерний час пик, в межпиковое и дежурное время) [1,2,3]. В таблице 3 и таблице 4 представлены усредненные цифры за сутки работы трамваев на маршруте №1.

Итого в сутки трамвай на данном маршруте в среднем делает 172 рейса в прямом и обратном сообщении.

Таблица 3 – Замеры на трамвайном маршруте №1 направлением ДП «Зеленый луг» – пл. Мясникова

	Длина перегонов, км	Время, сек			Количество	
		Чистое	Простоя на перекрестках, P_n	Простоя на остановках, P_o	Задержанного транспорта, Z_m	Пассажиров в трамвае, Z_n
ДС Зеленый Луг	0,198					2
Сидых	0,307	16		20		13
Кальцова	0,219					
Калиновского	0,374	59		21		18
Магазин"Электроника"	0,614	40		13		23
Севастопольская	0,463	67	10	21		29
Валгоградская	0,289	38	15	29		35
Белинского	0,706	80		23	6	48

Продолжение табл.

	Длина перегонов, км	Время, сек			Количество	
		Чистое	Простоя на перекрестках, P_n	Простоя на остановках, P_o	Задержанного транспорта, Z_m	Пассажиров в трамвае, Z_n
Калинина	0,218	61	24	26	5	51
Чернышевского	0,518	35	19	25	6	52
Б.Хмельницкого	0,587	104		19	8	59
Дарашевича	0,592	38		17	8	62
Я.Коласа	0,537	58	26	20		45
Красная	0,384	100		13	3	43
пр-т Независимости	0,478	108	31	25		51
пл З.Бядули	0,556	102	20	16		43
Захарова	0,622	89	24	25	2	40
Энгельса	0,574	117		21		39
Лицей БГУ	0,391	32	85	26		35
ст-н Динамо	0,469	98	43	34		24
Свердлова	0,669	121	20	26	6	12
пл. Независимости	0,334	164	33	114		1
ДП Мясникова	0,198	58		84		0
Итого		1585	350	618	44	

Здесь используются справочные данные по затратам полученные в результате предварительных исследований 1985-1986 гг., – позднее, насколько известно, подобные исследования ни в Беларуси, ни в бывшем СССР не проводились [3,4,5]. За истекшее время изменился не только масштаб цен, но и соотношение составляющих, поэтому точность расчетов несколько снизилась.

Однако поскольку иного нет, приводим эти данные практически в том виде, в котором они были получены в 1986 г., когда 1 доллар США стоил примерно 2... 3 рубля [3,4]. При этом учтены некоторые изменения, произошедшие за истекший период, например, в цене топлива, которая увеличилась почти в 4 раза и составила около 0,4 у.е./литр.

Стоимость задержки принята равной $C_3=1,8$ у.е./ч. В эту стоимость вошли:

амортизационные расходы:	0,290
эксплуатационные расходы:	0,250
задержка водителя и одного пассажира:	0,500
расход топлива:	0,600

потери прибыли потребителями:	0,164
Итого:	1,804у.е./ч

Стоимость остановки принята равной $C_o = 0,015$ у.е./ост. потери времени на разгон-торможение: 0,0033

перерасход топлива при трогании и разгоне (0,025л):	0,0100
дополнительный износ двигателя, шин и т.д.:	0,0010
потери прибыли потребителями:	0,0014
Итого:	0,0157 у.е./ост.

Таблица 4 – Замеры на трамвайном маршруте № 1 направлением пл. Мясникова – ДП «Зеленый луг»

	Длина перегонов, км	Время, сек			Количество	
		Чистое	Простоя на перекрестках, P_n	Простоя на остановках, P_o	Задержанного транспорта, Z_m	Пассажиров в трамвае, Z_n
ДС Зеленый Луг				270		0
Сидых	0,198	16		15		13
Кальцова	0,307	39	12	25		
Калиновского	0,219	75		29		18
Магазин "Электроника"	0,374	83	32	23		23
Севастопольская	0,614	51	30	25		20
Валгоградская	0,463	117		29		23
Белинского	0,289	83	42	28	7	35
Калинина	0,706	39	11	21	6	43
Чернышевского	0,218	56		22	5	45
Б.Хмельницкого	0,518	78		26	9	50
Дарашевича	0,587	100		15	5	55
Я.Коласа	0,592	93	62	27		51
Красная	0,537	58		26	1	69
пр-т Независимости	0,384	133	69	30		69
пл 3.Бядули	0,478	88	10	35		56
Захарова	0,556	62		18	1	52
Энгельса	0,622	73	24	26		50
Лицей БГУ	0,574	113	27	30		45
ст-н Динамо	0,391	108	37	15		43
Свердлова	0,469	158	15	29	5	35
пл. Независимости	0,669	46	58	14		18
ДП Мясникова	0,334			20		3
Итого		1669	231	798	39	

Таблица 5 – Интервалы движения трамваев на маршруте №1

6-9	9-15	15-19	19-24
5 мин	8 мин	5 мин	7 мин

Отсюда количество рейсов (P) в сутки составляет, таблица 6:

Таблица 6 – Количество рейсов

6-9	9-15	15-19	19-24
36	45	48	43

Стоимость задержки пешехода, пассажира $C_{п} = 0,25$ у.е./ч. Исходя из собранных данных и вышеизложенных затрат, произведем вычисления потерь за один рейс (в прямом и обратном сообщении), за день, за год (у.е.):

$$Z_{\text{рейс}} = \left(\sum \left(Z_m \cdot C_z \cdot \left(\frac{P_n + P_o}{3600} \right) \right) + \sum Z_m \cdot C_o + \sum Z_n \cdot C_n \cdot P_n \right), \quad (1)$$

где Z_m – количество задержанного транспорта;
 Z_n – количество задержанных пассажиров;
 P_n – простой на перекрестках, сек;
 P_o – простой на остановках, сек;
 C_z – стоимость задержки, у.е.;
 C_o – стоимость остановки, у.е.;
 C_n – стоимость задержки пешехода, пассажира, у.е.

$$Z_{\text{день}} = Z_{\text{рейс}} \cdot P, \quad (2)$$

где P – количество рейсов

$$Z_{\text{год}} = Z_{\text{день}} \cdot D, \quad (3)$$

где D – количество дней в году ($D = 365$)

Результаты расчетов приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты расчетов

Потери на один рейс в прямом сообщении, у.е.	Потери на один рейс в обратном сообщении, у.е.	Количество рейсов в прямом и обратном сообщении в день	Потери за день на одном маршруте, у.е.	Потери за год на одном маршруте, у.е.
2,16	2,47	172	796,84	290848,4

В итоге получаем 290848 у.е. потерь на одном маршруте за год. При этом в данном расчете не были учтены экологические и аварийные потери. В Минске на сегодняшний день – 10 маршрутов, отличающихся по интенсивности движения, по длине маршрута, однако полученная цифра в полной мере раскрывает сложившуюся ситуацию в трамвайном движении Минска.

Выводы

Трамвайное движение успешно развивается, но увеличивая общую длину маршрутов, их количество, не следует забывать о проблемах, с которыми сталкивается трамвай уже сейчас.

В перспективе до 2030 года во всех районах столицы, кроме северного (там преобладает метро), будут проложены трамвайные пути. Объединится первое городское трамвайное кольцо, уже в 2007 году начнется укладка рельсов в Серебрянке на проспекте Рокоссовского. Чуть позже трамвай придет в Чижовку, а потом в Шабаны. В других районах проложат скоростные пути для трамваев. Через два года улицы столицы будут украшать новейшие модели трамвайных вагонов. Все пути, находящиеся в плохом состоянии, будут капитально отремонтированы. И главное – от движения по ним не будет никакого шума. Общий пробег за день в километрах всего коммунального транспорта – 364 тысячи километров.

Литература

1. Врубель Ю.А. Потери в дорожном движении. – Мн.: БНТУ, 2003. – 377 с.
2. СНиП 2.05.09-90 «Трамвайные и троллейбусные линии»
3. О новых нормах проектирования трамвайных и троллейбусных линий. Бюл. строит. техники, 1976, № 7, 24 с.
4. Римкус А. Исследование взаимодействия транспорта в зоне остановок автобусов и троллейбусов. // Архитектура и градостроительство, Вып. 6. – Вильнюс: Мокслас, 1978. – С. 52-63.
5. СНиП II 41-76 Электрофицированный городской транспорт. // Трамвайные и троллейбусные пути. – М., 1977.
6. Томилин А.И. Организация движения трамвая и троллейбуса. – М.: Стройиздат, 1969. – 240 с.