

проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния. Материалы XXI Международной (двадцать четвертой Екатеринбургской) научно-практической конференции. Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2015. – С. 166–172.

4. СП 395.1325800.2018. Транспортно-пересадочные узлы. Правила проектирования.

Представлено 11.05.2023

УДК 656.132

## **К ВОПРОСУ ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА**

### **ON THE ISSUE OF CARRYING CAPACITY OF VARIOUS TYPES OF URBAN PASSENGER TRANSPORT**

**Неволин Д. Г.**, д-р техн. наук, проф.,

**Цариков А. А.**, канд. техн. наук, доц.,

**Сорогин И. Г.** канд. пед. наук, доц.,

Уральский государственный университет путей сообщения,  
г. Екатеринбург, Россия

D. Nevolin, Doctor of technical Sciences, Professor,

A. Tsarikov, Ph. D. in Engineering, Associate Professor,

I. Sorogin, Ph. D. in Pedagogy, Associate Professor,

Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, Russia

*В статье проведен обзор провозной способности различных видов городского пассажирского транспорта по данным различных изданий и авторов. Рассмотрен подход к вместимости подвижного состава и пропускной способности линий, предназначенных для движения пассажирского транспорта.*

*The article provides an overview of the carrying capacity of various types of urban passenger transport according to various publications and authors. An approach to the capacity of rolling stock and the capacity of lines intended for passenger transport is considered.*

**Ключевые слова:** *городской пассажирский транспорт, провозная способность пассажирского транспорта, подвижной состав городского транспорта.*

**Keywords:** *urban passenger transport, carrying capacity of passenger transport, rolling stock of urban transport.*

## ВВЕДЕНИЕ

В последние 30 лет проблема строительства метрополитенов сотни раз поднималась в крупных и крупнейших городах России. Именно строительство метрополитена, по мнению пассажиров общественного транспорта и автолюбителей, спасут современные города от заторов и транспортных проблем. Однако стоит отметить, что первое на территории постсоветского пространства метро появилось в Москве в начале 30-х годов XX столетия. И причиной к началу строительства метрополитена в Москве, в первую очередь стали проблемы перегрузки трамвайных вагонов пассажирами. То есть пассажиропоток в часы пик на тот момент достиг таких значений, что наземный транспорт просто не справлялся с ним.

Слепое копирование идей, которые были реализованы в Москве, привело к серьезным проблемам с перевозками пассажиров метрополитеном в ряде городов России. Так Самарское, Нижегородское и Казанское метро, можно считать наименее загруженными, которые приносят огромные убытки в результате их эксплуатации.

Еще в советский период времени, многие специалисты указывали на то, что каждый вид городского пассажирского транспорта имеет свои параметры эффективного применения. Использовать те или иные виды транспорта, вне границ эффективного применения непозволительно. Учитывая вышесказанное, рассмотрим пропускную способность различных видов городского транспорта.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Одним из первых на территории советского пространства, кто предпринял попытку оценить провозную способность городского пассажирского, является Андрей Евгеньевич Страментов [1]. В конце 50-х годов XX века, в Советском союзе не использовались сочлененные троллейбусы и автобусы. При этом вместимость троллейбусов на тот момент была несколько выше, чем у автобусов.

Как показали расчеты Страментова, провозная способность линий метрополитена могла достигать значения 46240 пассажиров в час в одном направлении, при условии использования 8-ми вагонных составов (табл. 1). Провозная способность трамвая при использовании двух четырехосных вагонов составляла 12600 пассажиров в час, а автобусов до 7700 пассажиров в час в одном направлении.

Таблица 1 – Провозная способность различных видов городского транспорта в соответствии с данными [1]

Вид транспорта	Количество сидячих мест	Количество стоячих мест	Общая вместимость	Пропускная способность полосы движения, ед./час	Провозная способность полосы движения, пасс./час
Двухосный одиночный трамвай	32	24	56	80	4480
Трамвайный поезд из двух двухосных вагонов	32	98	130	70	9100
Трамвайный поезд из трех двухосных вагонов	72	96	168	60	10800
Четырехосный одиночный трамвай	42	38	80	80	6400
Трамвайный поезд из двух четырехосных вагонов	72	108	180	70	12600
Троллейбус ЯТБ	33	17	50	80	4000
Троллейбус МТБ-82	39	21	65	80	5200
Троллейбус ЗИУ-5	36	44	80	90	7200
Автобусы ЗИС-155	34	16	50	100	5000
Автобусы ЗИС-154	38	27	65	100	6500
Автобусы ЗИЛ-129	41	36	77	100	7700
Поезд метрополитена 4 вагона	208	472	680	36	24280
Поезд метрополитена 6 вагонов	312	708	1020	36	36720
Поезд метрополитена 8 вагонов	416	944	1360	34	46240

*В таблице принято количество мест для стояния из расчета 3 человека на 1 м<sup>2</sup> для трамвая, автобуса и троллейбуса в проходах между диванами и человек на 1 м<sup>2</sup> на остальной площади. Для вагонов метро в расчетах принято 6 человек на 1 м<sup>2</sup> площади пола.*

Необходимо отметить, что в 50-е годы XX века плотность технических средств организации дорожного движения на улицах Советских городов была достаточно низкой. Мало были и светофорных объектов, которые управляли движением, в том числе на перекрестках с трамвайным движением. Поэтому как видно из таблицы 1, по мнению Страментова, полоса для трамвайного движения могла пропускать до 80 вагонов трамвая в час. В современных условиях на регулируемых перекрестках подобные значения пока недостижимы.

В начале 70-х годов XX столетия, подвижной состав городского пассажирского транспорта значительно обновился. В Советском союзе появились троллейбусы большого класса с тремя дверями, а также несколько моделей сочлененных троллейбусов. Из Венгрии в Советский союз стали ввозить сочлененные автобусы Икарус-180, а из Чехословакии трамвайные вагоны Татра-3.

Замена подвижного состава городского пассажирского транспорта сказалась на их провозной способности. Поэтому в 1975 году Самойловым Д. С. была предпринята следующая попытка оценить провозную способность городского пассажирского транспорта [2].

Как видно из табл. 2, Самойлов оценивал провозную способность городского транспорта из расчета 3 пассажира на 1 м<sup>2</sup> свободной площади салона. Данная загрузка не является максимальной с точки зрения заполняемости салона, но комфортна с точки зрения пассажира.

Необходимо отметить, что в расчетах Самойлова, пропускная способность трамвайных линий была ограничена 40 составами, что является максимально приближенной к реальной пропускной способности перекрестков со светофорным регулированием. Пропускную способность троллейбусных линий ограничили 60 единицами, а автобусных 80–90 единицами в час.

Необходимо отметить, что провозная способность городского пассажирского транспорта, в первую очередь необходима для оценки выбора используемых в городе видов транспорта. Если в городе в результате прогнозирования не ожидаются пассажиропотоки выше 2000 пассажиров в час в одном направлении, то строительство трамвайных линий, а тем более линий метрополитена, здесь экономически не оправдано.

Таблица 2 – Провозная способность различных видов городского транспорта в соответствии с данными [2]

Вид транспорта	Количество сидячих мест	Количество стоячих мест	Общая вместимость	Пропускная способность полосы движения, ед./час	Провозная способность полосы движения, пасс./час
Автобус средней вместимости	32	28	60	90	6000
Автобус сочлененный большой вместимости	35	55	90	80	7200
Троллейбус большой вместимости	35	33	68	60	4100
Сочлененный троллейбус	60	45	105	60	5300
Трамвай четырехосный	37	48	85	60	5100
Трамвай шестиосный сочлененный	50	100	150	40	6000
Трамвайный поезд из двух шестиосных вагонов	100	200	300	40	12 000
Поезд метрополитена 6 вагонов серии Е	276	444	720	40	28 800
Поезд метрополитена 8 вагонов серии Е	368	592	960	40	38 400

*В таблице принято количество мест для стояния из расчета 3 человека на 1м<sup>2</sup> площади салона.*

Еще одним источником, оценивающим провозную способность городского пассажирского транспорта, можно считать учебник [3]. В нем также проведена оценка провозной способности городского транспорта, однако в качестве расчетной нагрузки принято 5 пассажиров на 1 м<sup>2</sup> площади салона. Данный подход отличается от допущений, принятых Самойловым и Страментовым.

Очевидно, что нагрузка в 5 пассажиров на 1 м<sup>2</sup> салона подвижного состава можно считать максимально допустимой, но не максимально возможной. Проведение натурных исследований в Московском метрополитене показали, что в критические периоды, вагон метро может наполняться до значений 6,5 пассажира на 1 м<sup>2</sup> салона. Однако в расчетах провозной способности, все-таки стоит принимать значения не более 5 пассажиров.

Как видно из табл. 3, в начале 80-х годов XX столетия считалось, что метрополитены со станциями протяженностью 160 метров могут провозить за час 54400 пассажиров. Подобные линии на данный мо-

мент эксплуатируются только в Москве и Санкт-Петербурге. Для региональных метрополитенов столь высокие провозные способности не нужны, поэтому в любом другом городе постсоветского пространства используются линии метро со станциями длиной 105 м.

Таблица 3 – Провозная способность различных видов городского транспорта в соответствии с данными [3]

Вид транспорта	Провозная способность, пасс/час.	Пропускная способность полосы движения, ед./час
Троллейбус большой вместимости	4000–8500	60
Сочлененный троллейбус	10 000–12 000	60
Автобус малого класса	1500–1800	60
Автобус среднего класса	2400–3000	60
Автобусы большого класса	4200–4800	60
Автобусы особо большого класса	6000–8000	60
Одиночные трамвайные вагоны	7000–9000	90
Двухвагонные поезда и сочлененные вагоны	10 000–15 000	90
Составы метро из 8-ми вагонов	54 400	40

*В таблице принято количество мест для стояния из расчета 5 человек на 1м<sup>2</sup> площади салона.*

Стоит отметить, что в литературе [3], провозная способность трамвайной линии принята в размере 90 составов в час. При этом у автобусов, которые являются более гибким видом транспорта, пропускная способность принята в размере 60 единиц в час.

Очевидно, что в табл. 3, пропускная способность полосы для движения завышена. Однако если использовать трамвайные составы, состоящие из двух вагонов, добиться провозной способности в 9000 пассажиров в час можно.

Более современная оценка провозной способности городского транспорта представлена в работе [4]. Как видно из табл. 4, в данной работе предпринята попытка сравнить провозную способность троллейбусов, автобусов, трамваев и метрополитена, как традиционных видов городского общественного транспорта, с провозной способностью маршруток. Которые агрессивно вытесняли другие виды транспорта в начале нулевых годов.

Таблица 4 – Провозная способность различных видов городского транспорта в соответствии с данными [4]

Вид транспорта	Провозная способность, пасс/час.	Пропускная способность полосы движения, ед./час
Автобусы особо малого класса	2800	240
Автобусы особо большого класса	7200	45
Троллейбусы особо большого класса	7200	45
Трамвайные поезда из двух восьмиосных вагонов	28 000	50
Составы метро из 8-ми вагонов	60 000	40

Любопытно, что использование маршруток с интервалом в 15 секунд не позволяет достигнуть даже трети провозной способности автобуса особо большого класса. При этом по полосе для движения общественного транспорта необходимо пропускать 240 единиц особо малого класса.

Анализ работ [1–4], говорит о том, что авторы в определенные годы, принимали различный подвижной состав с различной пропускной способностью полос для движения общественного транспорта. Однако из таблиц 1–4 видно, что пневмоколесные виды общественного транспорта (автобус и троллейбус), могут спокойно перевозит пассажиропотоки в размере 7000 и более пассажиров в час в одном направлении. Для трамвая пассажиропотоки в размере 10 000–12 000 пассажиров в час, также не являются серьезной проблемой. И только для потоков в 30 000 и более пассажиров, необходим метropolитен.

Стоит отметить, что в городе Екатеринбурге пассажиропотоки в размере от 6000 до 10 000 пассажиров в час наблюдаются только на 5 % сети общественного транспорта. А пассажиропотоки более 10000 пасс/час только на 1 % сети. Иными словами, существующие пассажиропотоки, даже в таком крупном городе как Екатеринбург, теоретически можно перевозить автобусом или трамваем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении необходимо отметить, что на провозную способность городского пассажирского транспорта оказывать влияние не только вместимость подвижного состава, но инфраструктура, по которой он передвигается.

Если полоса для движения автобусов может пропустить до 200 автобусов в час на перегоне, то на перекрестке такую пропускную способность достичь достаточно сложно. Достаточно сложно пропустить такое же число автобусов через остановку. Для этого необходимо оборудовать несколько площадок, а также предусмотреть дополнительную полосу для маневрирования подвижного состава.

Кроме того, современные условия позволяют организовать движение трамваев и автобусов по изолированным путям сообщения, аналогично метрополитену. Изолированные полосы позволяют не только увеличить скорость сообщения пассажирского транспорта, но и увеличить их провозную способность.

Учитывая вышесказанное, необходим новый подход к расчету провозной способности линий пассажирского транспорта, с учетом ограничений всех видов инфраструктуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Страментов, А. Е. Городской транспорт и организация движения. / А. Е. Страментов, В. Г. Сосянц, М. С. Фишельсон. – М.: Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1960. – 352 с.

2. Самойлов, Д. С. Городской скоростной пассажирский транспорт: учебное пособие для вузов / Д. С. Самойлов, Е. Н. Дубровин, В. С. Науменко, Ю. М. Галонец. – М.: Высшая школа, 1975. – 231 с.

3. Ефремов, И. С. Теория городских пассажирских перевозок: учебное пособие для вузов / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин. – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.

4. Ваксман, С. А. Организация городского движения в условиях высокой автомобилизации как комплексная проблема. / С. А. Ваксман, А. А. Цариков // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния. Материалы XI Международной (четырнадцатой Екатеринбургской) научно-практической конференции. Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2005. – С. 75–81.

Представлено 11.05.2023