необходимо создать иллюзию того, что они находятся на поверхности. Жители и гости города, гуляющие на поверхности земли должны иметь возможность также беспрепятственно попасть в подземную общественную зону с ее арт-объектами.

Учитывая все вышеизложенные факты, в следующей части своей статьи я рассмотрю конкретную концепцию своего проекта.

1. Голубев Г.Е. Подземная урбанистика и город: Учебное пособие. - М.: ИПЦ МИКХиС. 2005. - 124 с.
2. Конюхов Д.С. Использование подземного пространства. Учеб. пособие для вузов. - М.: Архитектура-С, 2004. - 296., ил.
3. Лысиков Б.А., Каплюхин А. А. Использование подземного пространства. Монография. - Донецк: "Норд-Компьютер", 2005. - 390 с.
4. Теличенко В.И., Зерцалов М.Г., Конюхов Д.С., Королевский К.Ю., Король Е.А: Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов: Научное издание /. - М. : Издательство АСВ, 2010. – 165 с.
5. Швецов П.Ф., Зильбарборд А.Ф. Под землю, чтобы сберечь землю. - М.: Наука, 1983. - 144 с.

Булавина Л.В., Мухаметгалиева А.Р.

Эволюция автобусного транспорта в мировой и отечественной практике

Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/lj-10-2019-51

idsp: ljjournal-10-2019-51

Аннотация

В статье анализируются развитие автобусного движения в историческом аспекте, развитие организация движения автобусов по системе BRT (Bus rapid transit), выделение полос для общественного транспорта в российских городах, скоростной режим автобусов в Екатеринбурге, предложения по повышению эффективности общественного транспорта.

Ключевые слова: транспорт, автобус, уровень автомобилизации, метробус, система BRT (Bus rapid transit), скорость, задержки.

Abstract

The article analyzes the development of bus traffic in the historical aspect, the development of the organization of bus traffic on the BRT (Bus rapid transit) system, the allocation of lanes for public transport in Russian cities, the high-speed mode of buses in Yekaterinburg, proposals to improve the efficiency of public transport.

Keywords: transport, bus, level of motorization, metrobus, BRT (Bus rapid transit), speed, delays.

За свою историю существования автобус как вид городского общественного транспорта претерпел неоднократные видоизменения, как в конструктивном плане, так и в значении объема общих городских перевозок. Свое название этот вид транспорта «автобус» получил от сокращения слов автомобиль и омнибус. Омнибус - многоместная повозка на конной тяге, которая двигалась по определенному маршруту, стал одним из распространенных видов общественного транспорта 19 века в крупнейших городах Европы.

Рост городов и городского населения, привели к большому спросу на общественный транспорт, появились автобусы большой и особо большой вместимости, более 100 пассажиров, а узкие улицы европейских городов обусловили создание

двухэтажных автобусов. Привлекательность автобусного транспорта в его высокой маневренности и мобильности, не требовательности к типу покрытия, относительно невысокой стоимости транспортного хозяйства (подвижной состав, парки для хранения и обслуживания) по сравнению с троллейбусом и трамваем.

Диапазон вместимостей этого вида транспорта от микроавтобусов до автобусов особо большой вместимости позволяет его применение на линиях с разной величиной пассажиропотоков. Поэтому традиционный автобус стал не заменимым видом транспорта во всех городах мира, транспортом первой очереди.

Для улучшения экологической ситуации современные автобусы стараются отказываться от бензина и дизеля, и переходят на современные, более экологичные виды топлива, например газ и электроэнергию. В Екатеринбурге в 2015-2017 годах был частично обновлен автобусный парк, куплены новые низкопольные автобусы, работающие на метане, проходит обкатку инновационный электробус белорусского завода «Белкоммунмаш».

Недостатки современных автобусных внутригородских сообщений - низкая скорость при движении его в общем транспортном потоке, задержки при выезде с остановки, посадки-высадки и вхождения в общий транспортный поток в условиях высокого трафика. Это существенно снижает достоинства автобусного движения.

В условиях резкого роста уровня автомобилизации роль общественного транспорта в современных городах возрастает, для создания преимуществ общественного транспорта перед индивидуальным повышаются требования к его комфорту и особенно скорости передвижения. Многие страны и города мира нашли прогрессивное решение повышения комфортности, скорости и провозной способности этого традиционного вида транспорта созданием системы приоритетного скоростного автобуса.

Организации приоритетного автобусного движения в зарубежных городах.

Система скоростного автобуса – BRT.

В Европе и Латинской Америке начали повышать привлекательность общественного транспорта еще в прошлом веке, поэтому во многих зарубежных городах качество общественного транспорта выше, чем в нашей стране.

Во многих городах функционирует метробус (максибус, мексибус) по системе BRT (Bus rapid transit) - это способ организации движения, при котором автобус имеет большую скорость сообщения и большую провозную способность. Его трасса проходит по выделенным полосам, на перекрестках ему предоставляется приоритет в движении, благодаря этому он имеет высокую скорость. Эксплуатируется подвижной состав большой вместимости (чаще всего сочленённые, многосекционные автобусы).

Применяется эффективная платежная система, что делает проезд более дешевым, а также имеет расширенную информационную систему. Скоростной автобус используется в качестве магистральных маршрутов в рамках системы «Trunk & Feeder System». Суть системы заключается в том, что существуют магистральные маршруты с высокой частотой движения и подвозящие маршруты. В системе четко спланирована работа магистральных и подвозящих маршрутов, их расписание движения, а также правильно и удобно спроектированы пересадочные узлы.

Сейчас такая система применяется в 170 городах мира, протяженность линий по всем городам составляет 5 054 км, из них 32 % городов, расположены в Латинской Америке, по 25% - в Европе и Азии. Эти цифры постоянно растут, потому что появляются новые города, которые вводят BRT. Преимуществом системы является стоимость строительства, которая в 10 раз меньше, чем сооружение метрополитена. В таблице 1 представлены статистические данные по районам мира, в которых функционирует BRT [1].

Таблица 1

Характеристика BRT систем (версия 2019 г.)

Районы	Пассажиропоток в день, чел (%)	Доля, %	Количество городов	Доля, %	Длина, км	Доля, %
Латинская Америка	20 506 977	61,46	55	32,35	1816	35,93
Европа	1 613 580	4,83	44	25,88	875	17,31
Азия	9 404 304	28,18	43	25,29	1593	31,52
Северная Америка	912 598	2,73	19	11,18	543	10,74
Африка	491 578	1,47	5	2,94	131	2,59
Океания	436 200	1,30	4	2,35	96	1,90
Всего	33 365 237	100	170	100	5054	100

Впервые метробус был внедрён в бразильском городе Куритибе. (рис.1).

Рис.1. Метробус в Куритибе (Бразилия)

В столице Мексики - Мехико проложено три магистральные линии, пересекающие насквозь город, и одна центровая. Там он называется мексибус. (рис.2). Большая часть подобных систем встречается в городах Латинской Америки, например в Лиме, в столице Перу. А в Стамбуле линия метробуса соединяет Европу с Азией. (рис.3).

Рис. 2. Мексибус в Мехико

Линия метробуса в г. Стамбуле

Линия метробуса в г. Лиме

Рис. 3. Метробус в разных городах

Система скоростного автобуса позволяет обеспечивать пиковую частоту движения на магистральных маршрутах порядка 60-70 единиц в час и, соответственно, провозная способность достигает до 15-20 тысяч пассажиров в час. Такой подход позволяет сделать систему БРТ привлекательной и удобной для пассажиров [2].

В рамках комплексного транспортного планирования параллельно мероприятиям, направленным на приоритет общественного транспорта, проводится политика, направленная на сдерживание пользования индивидуальным транспортом. Различные мероприятия ограничивают проезд и/или парковку в центре города, или заставляют изменить маршрут.

Специалисты мира ведут работы над совершенствованием автобусного транспорта. Китайские инженеры разработали проект автобуса, способного передвигаться по дорогам общего пользования не препятствуя автомобильному движению движущийся над легковыми автомобилями и не требующий отдельной полосы движения. Как сообщает CCTV News, проект общественного транспорта нового типа — порталный автобус — был представлен на международной выставке High-Tech Expo, проходившей в Пекине и в 2016 г. прошел испытания на закрытой трассе длиной 300 м. Необычные автобусы должны были выйти на рынок через год-полтора после начала испытаний. Однако исследования остановлены. Выяснилось, что после нескольких испытаний разработчики бросили свое детище ржаветь в ангаре. [3].

Рис. 4. Портальный автобус, Китай

Организации приоритетного автобусного движения в российских городах

В последние годы в российских городах на фоне растущей автомобилизации остро встал вопрос повышения эффективности работы общественного транспорта. По статистике во всех российских городах доля пользователей и объем перевозок общественным транспортом падают. Такая ситуация связана с низким качеством общественного транспорта и увеличением поездок на индивидуальном автомобиле.

Общемировая тенденция, в которой большое внимание уделяется общественному транспорту и созданию условий для развития устойчивого города, заставляет российские города посмотреть по-другому на общественный транспорт и активно проводить различные мероприятия по повышению качества обслуживания пассажиров.

Ни одной системы, работающей по принципам BRT, в России и странах СНГ не создано. Предложения по вводу такой системы были в некоторых городах, но не было реализовано. Например, в Уфе были проведены переговоры с представителями из Стамбула, где уже активно работает система BRT. В Рязани городские активисты предлагали реализовать в городе подобную систему, была проанализирована существующая система, также предложены маршруты.

Основным мероприятием по предоставлению приоритета безрельсовому транспорту в российских городах является выделение полос для движения автобусов и троллейбусов, которое началось относительно недавно.

Общественниками был составлен рейтинг российских городов по протяженности выделенных полос, представленный в таблице 2. По их сведениям в 36

городах выделены полосы для общественного транспорта. Приведены абсолютные показатели протяженности выделенных полос (ВП), и относительные на 1000 человек. Рейтинг возглавляет Казань, Екатеринбург стоит на 26 месте [4].

Таблица 2

Рейтинг российских городов по протяженности выделенных полос

№	город	длина ВП, км	чел. тыс.	ВП (м/1000 чел.)
1	Казань	182,4	1244	146,7
3	Москва	649,5	12506	51,9
5	Ростов-на-Дону	29,5	1130	26,1
6	Тюмень	16,3	768	21,2
11	Уфа	16,6	1121	14,8
19	Пермь	11,6	1052	11,0
21	Санкт-Петербург	56,2	5352	10,5
25	Новосибирск	11,2	1613	7,0
26	Екатеринбург	9,1	1515,8	6

В Москве проводится много мероприятий в рамках крупного проекта «Магистраль», который введен с 2016 года. В нем предусмотрены масштабные изменения системы общественного транспорта, обновление подвижного состава, инфраструктуры и других элементов системы. Программа проводится поэтапно, но уже повысилась частота и регулярность движения автобусов; создано 320 км выделенных полос (с 2011 года); проведена реорганизация многих автобусных маршрутов; обновлен автобусный парк (низкопольные, стандарта «Евро-5»); созданы удобные и современные пересадочные узлы.[5]

В Тюмени выделено 16,3 км полос для движения общественного транспорта, что позволило повысить скорость автобусов в среднем на 13%. Такие мероприятия делают общественный транспорт более пунктуальным и привлекательным для пассажиров.

В Екатеринбурге на 2019 год выделены полосы для движения автобуса и троллейбуса только на 9 участках улиц. (рис. 5).

Рис. 5. План существующих полос, выделенных для движения общественного транспорта

Современное состояние общественного транспорта в Екатеринбурге

В настоящее время маршрутная сеть города Екатеринбурга очень развита. В городе есть автобусное, трамвайное, троллейбусное сообщение и одна линия метрополитена.

Доля каждого вида транспорта по количеству маршрутов в общей системе общественного транспорта по состоянию на 2018 г. представлена на рисунке 6.

Рис. 6. Доля каждого вида транспорта в общей системе наземного общественного транспорта

В настоящее время в городе функционируют 130 автобусных маршрутов наземного городского пассажирского транспорта, из них муниципальных - 81, частных - 49. Количество муниципальных автобусных маршрутов составляет 23,8%, коммерческих - 37,7%, трамвайных - 23,8%, троллейбусных - 14,7% от общего количества маршрутов общественного транспорта. Автобусный коммерческий транспорт в основном представлен подвижным составом малой вместимости (Богдан, ПАЗ), муниципальный - большой вместимостью (Икарус, НефАЗ).

Согласно статистике 2018 года доля перевозок пассажиров на автобусе составила 50,3 %, из них 9,9 % на муниципальном, а на коммерческих - 40,4%; на трамвае - 25,1%, троллейбусе - 9,2%, метро - 15,3% (рис. 7.) [6].

Рис. 7. Доля каждого вида транспорта в общем объеме перевозок на общественном транспорте на 2018 г

Из-за большой доли коммерческих маршрутов, в городе отсутствует качественная работа общественного транспорта: отсутствует единый график движения транспорта, большое количество дублирующих маршрутов на определенных перегонах, преобладает подвижной состав малой вместимости, большая частота движения. В связи с этим возникают пробки на остановочных пунктах, длительные остановки при посадке пассажиров.

В рамках настоящего исследования для оценки эффективности работы автобусов в г. Екатеринбурге в 2018-2019 г.г. проведены натурные обследования показателей движения.

Натурные обследования показателей автобусного движения в центральной части города Екатеринбурга

Для оценки работы автобусного транспорта проведены натурные обследования в Екатеринбурге на 5 наиболее загруженных магистральных улицах с большой частотой движения общественного транспорта замером основных временных характеристик

движения автобусов (рис. 8). Обследования проводились в утренний и вечерний часы пик. Для определения задержек, возникающих на остановках, фиксировалось время начала торможения перед остановкой, время полной остановки и открытие дверей, закрытие дверей и выезд из «кармана». На перегоне фиксировалось время остановки и время отправления по причине «пробки» и из-за светофоров.

Рис. 8. Схема размещения обследуемых улиц в центральной части города Екатеринбург

В результате обследования выявлены основные причины задержек автобуса при движении в утренний и вечерний часы пик, выделены проблемные участки, где возникали большие задержки, проанализированы элементы затрат времени и задержек при движении автобуса. Ниже приведены результаты обследований по одной из главных магистралей города. На остальных улицах прослеживается аналогичная ситуация.

При поездке в автобусе по проспекту Ленина в вечерний час пик время задержек в пути составили 67%, от общего времени движения, большая часть задержек возникает из-за пробок и составляет 50%, т.к. на перекрестках пр. Ленина исчерпана пропускная способность (рис. 9). Продолжительность циклов светофорного регулирования по пр. Ленина составляет 90-120 секунд, что объясняет большие задержки перед светофорами.

Рис. 9. Элементы затрат времени при движении автобуса по пр. Ленина в вечерний час пик

Ходовая скорость в утренний час пик на отдельных перегонах составляет от 5,7 до 28,4 км/ч., в вечерний час пик – от 5,9 до 29,7 км/ч, загруженным участком по пр.

Ленина является от ул. Бажова до ул. Московской, что составляют большую часть обследуемого маршрута (рис. 10).

Рис. 10. Ходовая скорость на участках пр. Ленина

На основе обследования выявлены основные причины задержек автобуса при движении в утренний и вечерний часы пик:

- пробки на остановке из-за большой частоты движения автобусов;
- длинные очереди перед светофором, в случаях, когда остановка расположена перед перекрестком (транспортные средства, ожидающие разрешающий сигнал светофора, мешали автобусу выехать и перестроиться на требуемую полосу);
- при выезде из остановочного кармана возникали трудности при перестроении на требуемую полосу из-за высокой плотности автомобильного потока и недобросовестности водителей, которые обязаны уступить автобусу;
- недостаточная пропускная способность перекрестков в центральном районе города.

На улице Малышева обследование автобусного движения проведено до выделения полосы при движении автобуса в общем потоке и после выделения. Длина выделенного участка составляет 1,5 км. По результатам обследования время в пути на рассматриваемом участке после выделения сократилось в утренний час пик на 23 %, в вечерний час пик – на 47% (табл. 3).

Скорость сообщения увеличилась в утренний час пик на 30%, а вечерний – на 88% (табл. 3). Наибольший эффект наблюдается в вечерний час пик, так как на выделенном участке наибольшая интенсивность транспортных потоков приходится на вечернее время.

Результаты обследований подтверждают эффективность и целесообразность выделения полос для автобусного и троллейбусного движения, несмотря на некоторые неудобства и ограничения в движении легковых автомобилей. Все выделенные полосы для движения общественного транспорта оборудованы средствами фото и видеофиксации, которые предназначены для выявления нарушений ПДД, что способствует повышению эффективности выделенной полосы. К сожалению, доля выделенных полос в городе совершенно недостаточна, попытки выделения новых полос иногда сопровождаются конфликтами администрации города и ГИБДД, вызывают недовольство у водителей личного автотранспорта.

Таблица 3

Результаты обследований автобусного движения по ул. Малышева на участке от улицы Гагарина до улицы Луначарского

Время в пути, мин			
Условия движения	Без выделения полосы	С выделением полосы	Эффект
утренний час пик	6:17	4:49	23%

вечерний час пик	11:43	6:14	47%
Скорость сообщения, км/ч			
Условия движения	Без выделения полосы	С выделением полосы	Эффект
утренний час пик	3,9	5,1	30%
вечерний час пик	2,2	4,2	88%

Несмотря на это, для повышения комфортности, скоростного режима, безопасности и экологичности общественного транспорта необходимо более интенсивно реализовать политику выделения полос и обеспечения приоритетности при прохождении регулируемых перекрестков для движения всех наземных видов общественного транспорта.

Проанализировав зарубежную практику, можно сделать вывод, что скоростной автобус (система BRT) является скоростной системой с большой провозной способностью и требует меньшие капиталовложения и меньшее время на строительство, чем метрополитен и даже трамвай. Поэтому систему BRT возможно использовать для связи интенсивно застраиваемых отдаленных районов города с центром. В Екатеринбурге активно развиваются отдаленные районы комплексной застройки с дефицитом мест приложения труда, такие как «Академический», «ВИЗ – Правобережный», Солнечный, Широкореченский. Для создания удобной и скоростной связи этих районов с центром города возможно создание коридоров скоростного автобуса.

В рамках проекта Генерального плана Екатеринбурга на расчетный срок 2035 г. предусмотрено создание участков ускоренного движения автобуса общей протяженностью до 72 км. [7]

Вывод

Общественный транспорт, особенно автобус, как самый маневренный, все время развивается и обновляется, стремясь, стать более экологичным, чтобы быть конкурентоспособным рельсовым системам. Автобус всегда будет присутствовать в системе общественного транспорта, так как он может играть роль и подвозящего к более скоростным системам (трамвай, метро, электричка), и быть магистральным скоростным маршрутом. Главное правильно проектировать автобусные маршруты, чтобы получать максимальную прибыль и обеспечивать комфортные поездки населению.

1. BRT Data. URL: <https://brtdata.org/> (дата обращения: 18.02.2019);
2. Блинкин М. Я., Гордеев С. Почему этот город едет? Субъективные заметки о транспортной системе города Куритиба/ Архнадзор. 2008. № 10. URL: <http://www.archnadzor.ru/2008/10/10/pochemu-e-tot-gorod-edet> (дата обращения: 10.12.2017)
3. Автобус будущего заржавел в ангаре URL: https://www.gazeta.ru/auto/2017/07/05_a_10774706.shtml (дата обращения: 10.09.2019);
4. Выделенные полосы в России. Рейтинг городов. URL: <http://buslanes.ru/> (дата обращения: 10.04.2019);
5. Маршрутная сеть «Магистраль». URL: <https://www.mos.ru/city/projects/magistral/> (дата обращения: 10.05.2018);
6. Итоги социально-экономического развития муниципального образования "город Екатеринбург" в 2018 году./ Администрация г. Екатеринбурга, 2019;
7. Проект Генерального плана развития городского округа – муниципального образования «город Екатеринбург» на период до 2035 года, ПЗ ГП-2017/2018-АЕкатеринбург, 2019.