

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ СИСТЕМ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ, МЕНЯЮЩИХ ТИП ОБСЛУЖИВАНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ИЗМЕНЕНИЕМ СПРОСА НА ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ

Чеботарёв А. В., Горев А. Э.

ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Россия, Санкт-Петербург (СПб, ул.2-ая Красноармейская, 4), e-mail: cheb_andrey@mail.ru

В данной статье отображены предложения по улучшению работы систем городского пассажирского транспорта общего пользования и повышению качества транспортного обслуживания населения путем создания комбинированной методики функционирования систем транспорта общего пользования. Установлено, что при низких значениях пассажиропотока работа подвижного состава по фиксированному интервалу нецелесообразна, так как малые значения величины пассажиропотока повлекут уменьшение числа задействованного подвижного состава и тем самым увеличение времени интервала движения, а работа подвижного состава по требованию может не только повысить качество обслуживания, но и снизить общий пробег подвижного состава. В отличие от существующих методик организации работы городского общественного транспорта, в разрабатываемой методике на основе исследования и анализа данных распределения пассажиропотока по времени суток учтена возможность смены режима работы системы городского общественного транспорта в зависимости от суточного колебания объема пассажиропотока.

Ключевые слова: транспорт, городской транспорт общего пользования, транспорт по требованию.

METHODS OF ORGANIZATION DEVELOPMENT SYSTEMS CITY PUBLIC TRANSPORT IN THE CHANGE TYPE OF SERVICE ACCORDING TO THE CHANGE IN DEMAND FOR PASSENGER

Chebotarev A. V., Gorev A. E.

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (2-nd Krasnoarmeiskaya St. 4, 190005 St. Petersburg, Russia), e-mail: cheb_andrey@mail.ru

This article displays suggestions for improvement of urban passenger transport and the quality of transport services through the creation of a combined method of functioning of systems of public transport. Found that at low passenger operation of rolling stock on a fixed interval is impractical, since small values of passenger entail reducing the number of the involved vehicles, and thus increasing the time interval of the movement, and the work of the rolling stock on demand can not only improve the quality of service but also reduce the total mileage of vehicles. In contrast to existing methods of organization of urban public transport in developing a methodology based on the study and analysis of the distribution of passenger traffic by time of day, take into account the possibility to change the operation of the system of public transport, depending on the daily fluctuations in the volume of passenger traffic.

Key words: transport, urban public transport, transport on demand.

Увеличение насыщенности городов легковым автомобильным транспортом привело к снижению скоростей движения всех видов уличного транспорта, повышению загазованности и шума. Поэтому в последнее время особое внимание стали уделять созданию новых видов скоростного транспорта и совершенствованию существующих, которые сочетали бы достоинства, присущие легковому автомобилю.

Предполагается, что проблему городского транспорта должны решить автоматизированные транспортные системы, по удобствам и комфортабельности поездки сравнимые с легковыми автомобилями.

Новые автоматизированные пассажирские транспортные системы с полной автоматизацией управления с помощью ЭВМ должны работать совместно с другими видами транспорта, которые также должны постепенно переходить на автоматизацию управления.

В соответствии с вышесказанным, нужно отметить, что для реализации проекта системы городского общественного транспорта, которая позволит с высокой надежностью, эффективностью, качеством и безопасностью обслуживать пассажиропотоки, образуемые городскими центрами массового транспортного притяжения, необходимо создание методики планирования работы подобной системы, способной наилучшим образом отвечать поставленным задачам.

Существующие методики организации работы городского пассажирского транспорта отражены в приказе Минавтотранса РСФСР № 200 «Об утверждении правил организации пассажирских перевозок на автомобильном транспорте» от 31 декабря 1981 года, постановлении Правительства РФ от 14 февраля 2009 года № 112 «Об утверждении Правил перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» (с изменениями от 7 сентября 2011 года), и предусматривают организацию регулярных автобусных маршрутов, работающих в соответствии с фиксированным интервалом, а деятельность по перевозке пассажиров и багажа легковыми таксомоторами регулируется также статьей 9 Федерального закона от 21 апреля 2011 года №69-ФЗ.

В настоящий момент основным документом, регламентирующим работу городского наземного общественного транспорта, является Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта в редакции федеральных законов от 21.04.2011 №69-ФЗ, от 06.11.2011 №296-ФЗ, от 28.07.2012 №131-ФЗ.

Применение для перевозок пассажиров новых и модернизированных видов городского пассажирского транспорта, несомненно, повлечет за собой модернизацию существующей системы организации работы общественного транспорта.

Так как в настоящий момент все более возрастает спрос на круглосуточные перевозки пассажиров, чему свидетельствует появление в большинстве стран ночных автобусов, необходимо создание современной методики, способной наилучшим образом удовлетворять потребности по перевозке пассажиров в любое время суток.

Появление в последние десятилетия крупных торговых, развлекательных и досуговых центров, создало совершенно новый класс объектов массового транспортного притяжения, а, зачастую, расположение подобных объектов позволяет обслуживать их только при помощи безрельсового городского общественного транспорта.

Более низкая стоимость организации работы систем городского наземного безрельсового общественного транспорта, возможность организации, в отдельных случаях, выделенных полос для движения, а также появление в последнее время подвижного состава со значительной пассажироместимостью позволит оказывать населению услуги по перевозке на принципиально новом уровне.

Метод работы городского общественного транспорта в интервальном режиме не может гибко реагировать на изменение спроса в течение суток.

Метод обслуживания пассажиров по требованию не применим для обслуживания больших объемов пассажиропотоков.

Системы персонального автоматического транспорта лишены данных недостатков, но их сфера применения ограничена, а развертывание подобных систем связано со значительными затратами.

В качестве примера для участка улично-дорожной сети протяженностью 15 км с двумя начально-конечными остановочными пунктами при скорости движения подвижного состава вместимостью 80 чел., равной 60 км/ч были смоделированы следующие ситуации:

1. Работа СГОТ в соответствии с интервалом движения в 15 мин максимально возможном количестве используемого подвижного состава – 4 единицы в течение часа.
2. Работа СГОТ по требованию пассажиров при максимально возможном количестве используемого подвижного состава – 4 единицы в течение часа.

Результаты моделирования работы СГОТ в соответствии с различными режимами функционирования выявили следующие особенности:

На рис. представлена схема работы СГОТ в соответствии с фиксированным интервалом, смоделированная в программной среде AnyLogic.

Для упрощения моделирования представлено движение подвижного состава по участку улично-дорожной сети в одном направлении. Величина пассажиропотока в прямом направлении составляет 360 чел/ч.

При использовании двух единиц подвижного состава при установленном интервале движения 15 мин. распределение среднего времени ожидания с учетом неравномерности подхода пассажиров к остановочному пункту приведено в таблице 3.7.1.

Кроме того, в связи с неравномерностью подхода пассажиров к остановочному пункту, в блоке, отвечающем за посадку пассажиров в автобус, наблюдается накопление очереди не обслуженных заявок (рис. 3.7.1), которые с течением времени превышают вместимость подвижного состава.

Таблица 3.7.1: Распределение среднего времени ожидания с учетом неравномерности подхода пассажиров к остановочному пункту

0-1,5 мин.	1,5-3 мин.	3-4,5 мин.	4,5-6 мин.	6-7,5 мин.	7,5-9 мин.	9-10,5 мин.	10,5-12 мин.	12-13,5 мин.	13,5-15 мин.
9 %	10 %	10 %	14 %	10 %	15 %	10 %	6 %	12 %	4 %

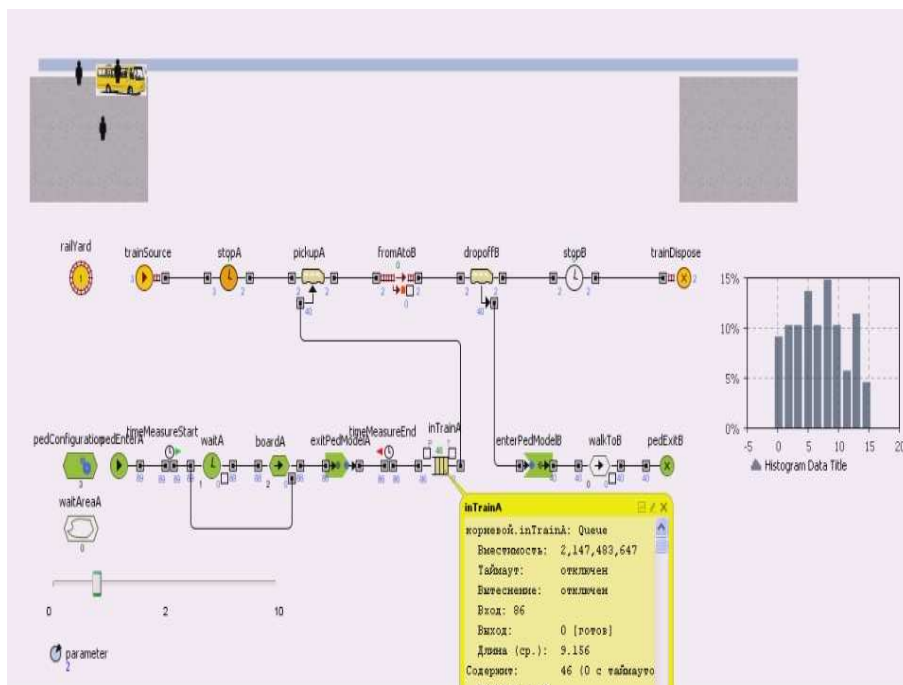


Рис.3.7.1. Моделирование работы системы городского транспорта общего пользования в интервальном режиме в программной среде AnyLogic

Так как в данной модели не обслуженные заявки выходят из очереди поступивших заявок, то наполнение остановочного пункта обнуляется после каждого прибытия автобуса.

Таким образом, не обслуженные вовремя заявки не влияют на дальнейшую загрузку подвижного состава, и учет их времени ожидания не ведется, фиксируется только общее количество не обслуженных вовремя заявок.

В любом случае, время ожидания заявок, которые не были обслужены подошедшим транспортным средством, превышает установленное время интервала движения и растет по мере превышения максимальной вместимости подвижного состава.

При увеличении количества единиц задействованного подвижного состава уменьшается наполнение салона и увеличивается суммарный пробег, что снижает экономическую эффективность системы в целом.

Далее представлена схема работы СГОТ по требованию пассажиров при возможности использования всех четырех имеющихся в наличии единиц подвижного состава.

Движение подвижного состава по участку улично-дорожной сети осуществляется в обоих направлениях. Величина пассажиропотока в каждую сторону составляет 360 чел/ч.

Заявки на перевозку поступают в случае накопления группы 60 человек (каждые 10 мин без учета неравномерности прибытия пассажиров).

Схема работы СГОТ по требованию пассажиров, смоделированная в программной среде AnyLogic, приведена на рис.

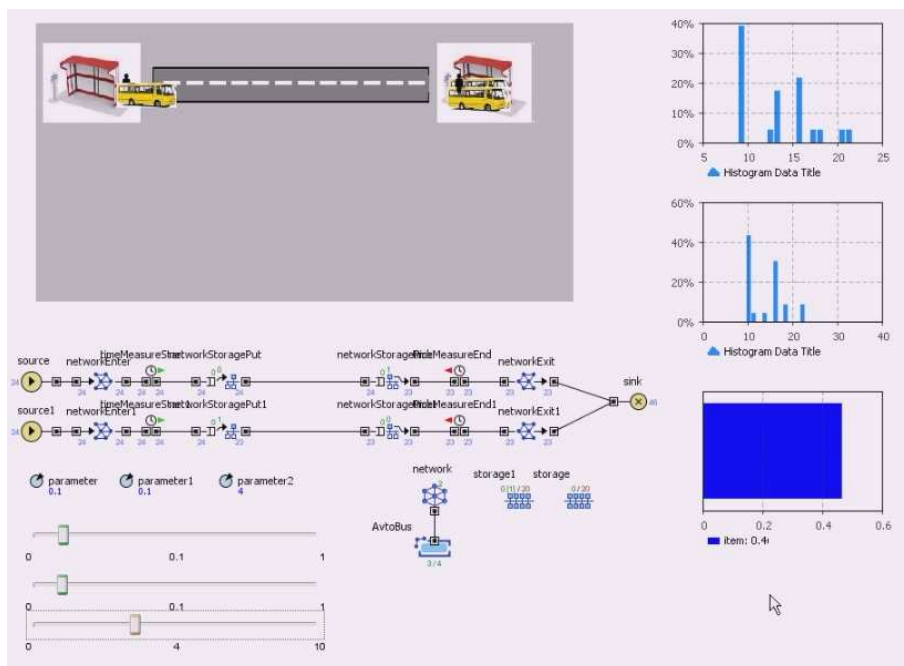


Рис.3.7.2. Моделирование работы системы городского транспорта общего пользования в случае функционирования по требованию пассажиров в программной среде AnyLogic

Распределение среднего времени ожидания с учетом неравномерности подхода пассажиров к остановочному пункту приведено в таблице 2.

Таблица 2. Распределение среднего времени ожидания с учетом неравномерности подхода пассажиров к остановочному пункту

9 мин.	12,5 мин.	13,5 мин.	15,5 мин.	16,5 мин.	17,5 мин.	21 мин.	22 мин.
40 %	4 %	18 %	22 %	4 %	4 %	4 %	4 %

В отличие от приведенного выше варианта работы СГОТ по фиксированному интервалу, ситуация накопления очереди заявок, превышающей вместимость подвижного состава, не вызывает критического увеличения времени ожидания большого количества пассажиров, так как при возникновении подобной ситуации может быть задействован ближайший свободный подвижной состав.

В соответствии с данными таблицы следует, что основная доля поступающих заявок (40 %) обслуживается в течение 9 минут, а суммарное количество заявок, время ожидания которых превышает 15,5 мин., составляет 16 %. Максимальное время ожидания, зафиксированное в имитационной модели, составляет 22 мин. для 4 % поступивших заявок.

При этом наполнение салона подвижного состава варьируется от 80 до 100 %.

Таким образом, исходя из полученных в ходе моделирования данных, можно сделать вывод, что при определенных условиях целесообразно организовать работу СГОТ по требованию пассажиров, так как это позволяет максимально полно обслуживать заявленный пассажиропоток и снижает время ожидания.

Так как ни одна из вышеупомянутых методик в полной мере не способна удовлетворить транспортные потребности населения, следовательно, решение сложившейся проблемы следует искать путем рационального комбинирования методик интервального обслуживания пассажиропотока и обслуживания пассажиров по требованию.

Разрабатываемая методика должна стать высоко адаптивной и быть в состоянии не только обслуживать большие пассажиропотоки, но и гибко реагировать на изменение спроса на перевозки в течение суток (например, в ночные часы).

Разрабатываемая методика должна сочетать основные достоинства существующих методик организации работы городского общественного транспорта, такие как бесперебойное обслуживание больших объемов пассажиропотоков и возможность обслуживания пассажиров по требованию.

Разработка подобной методики должна включать исследование пассажиропотока, которое позволяет выявить основные закономерности распределения количества пассажиров и соответственно спроса на перевозки в течение суток.

Разрабатываемая методика основана на рациональном комбинировании преимуществ существующих методик планирования работы городского общественного транспорта на основе анализа изменения величины пассажиропотока в течение суток и выявления периодов максимальных и минимальных нагрузок на систему городского общественного транспорта.

В отличие от имеющихся на данный момент методик организации работы городского пассажирского транспорта, данная методика призвана повысить качество транспортного обслуживания населения, а также сократить затраты и перепробег подвижного состава.

Данная методика применима к существующим видам городского общественного транспорта, преимущественно безрельсового, так как он обладает большей свободой перемещения по улично-дорожной сети и не требует значительных объемов строительства дополнительной инфраструктуры.

Разрабатываемая методика включает в себя следующие этапы:

1. Выбор и характеристика объектов обслуживания.
 - 1.1. Определение наличия в рассматриваемом для транспортного моделирования секторе наиболее крупные объекты массового транспортного притяжения.
 - 1.2. Определение точного расположения данных объектов.
 - 1.3. Установление времени работы данных объектов.
 - 1.4. Проверка наличия крупных транспортных магистралей вблизи данных объектов.
 - 1.5. Определение местоположения ближайших к обслуживаемым объектам станций метрополитена, городской железной дороги, автобусных станций, начально-конечных остановок автобусов, городского электрического транспорта.
2. Исследование, статистическая обработка и прогнозирование обслуживаемого пассажиропотока.
 - 2.1. Исследование пассажиропотока, формируемого обслуживаемыми объектами.
 - 2.2. Статистическая обработка данных пассажиропотока.
 - 2.3. Построение почасовой диаграммы пассажиропотока.
 - 2.4. Выявление периодов с минимальной и максимальной нагрузкой.
 - 2.5. Определение периодов работы системы в интервальном режиме и в режиме работы по требованию пассажиров.
 - 2.6. Выявление закона распределения величины пассажиропотока.
 - 2.7. Нахождение доверительного интервала разброса среднего значения.
3. Разработка трассы маршрута.
4. Выбор комплекса оборудования.
 - 4.1. Определение номинальной вместимости необходимого подвижного состава.
 - 4.2. Соответствие подвижного состава требованиям безопасности и комфорта пассажиров.
5. Организация функционирования системы городского общественного транспорта в интервальном режиме.
 - 5.1. Расчет времени рейса.
 - 5.2. Определение количества рейсов.
 - 5.3. Определение необходимого количества подвижного состава для работы системы.
6. Организация функционирования системы городского общественного транспорта по требованию пассажиров.
 - 6.1. Определение времени подачи подвижного состава.
 - 6.2. Расчет необходимого количества промежуточных стоянок для бесперебойного функционирования системы.

В отличие от существующих методик организации работы городского общественного транспорта, в разрабатываемой методике на основе исследования и анализа данных

распределения пассажиропотока по времени суток, учтена возможность смены режимарботы системы городского общественного транспорта в зависимости от суточного колебания объема пассажиропотока.

Исследование, статистическая обработка данных пассажиропотока, а также имитационное моделирование различных вариантов работы СГОТ должны обеспечить более точное определение требуемого количества подвижного состава как при функционировании в интервальном режиме, так и при работе по требованию пассажиров, что, в свою очередь, позволит сократить общее количество задействованного подвижного состава и снизить затраты на эксплуатацию системы.

Список литературы

1. Анисимов А. П. Экономика, планирование и анализ деятельности автотранспортных предприятий: учебник для техникумов / А. П. Анисимов. – М.: Транспорт, 1998. – 245 с.
2. Большаков А. М. Повышение качества обслуживания пассажиров и эффективности работы автобусов: учебник для вузов / А. М. Большаков [и др.]; Под ред. А. М. Большакова. – М.: Транспорт, 1981. – 206 с.
3. Вайншток М. А. Организация городских автобусных перевозок: учеб. пособие для вузов / М. А. Вайншток. – М.: Транспорт, 1979. – 88 с.
4. Гудков В. А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов / В. А. Гудков [и др.]; Под ред. В. А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 448 с.
5. Спирин И. В. Городские автобусные перевозки: Справочник / И. В. Спирин. – М.: Изд-во Транспорт, 1991. – 210 с.

Рецензенты:

Солодкий Александр Иванович, д-р экон. наук, доцент, проректор по развитию и дополнительному образованию, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург.

Котиков Юрий Георгиевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры транспортных систем, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург.