

УДК 004.94:656.11

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ ГОРОДСКОЙ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ НА БАЗЕ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Е. Пролиско, В. Шуть

*Брестский государственный технический университет,
ул. Московская 267, г. Брест, 224017, Беларусь
lucking@mail.ru*

Представлен проект интеллектуальной транспортной системы массовой конвейерной перевозки пассажиров на базе мобильных автономных роботов, собираемых в караваны по кассетному принципу. Данный тип общественного транспорта направлен на повышение мобильности и гибкости перевозки пассажиров, а также несет в себе значительные экономические выгоды, так как по производительности перевозки не уступает метро и в то же время на два порядка ниже по стоимости изготовления и обслуживания.

Введение

Рост уровня автомобилизации и транспортной подвижности населения привел к насыщению городских улиц, что является причиной переоценки принципов управления транспортными потоками, а также стимулом к разработке новых видов общественного транспорта. Статистические данные интенсивности движения на магистральных улицах США и Европы свидетельствуют о том, что именно на перемещение по городу люди тратят (в среднем) от 1 до 2,5 часов в день, что вызывает в последнее время существенный интерес к совершенствованию управления транспортными потоками и общественным транспортом на городских дорогах и магистральных улицах. Ежегодное увеличение транспортной нагрузки на основные магистрали приводит к устойчивому снижению скорости движения транспортного потока и образованию заторовых ситуаций.

Частный автомобильный транспорт не способен обеспечить высокую провозную способность магистрали, т.к. по данным [1] в каждом авто в среднем перемещается 1,2-1,5 человека. Отсюда следует, чтобы избежать транспортного коллапса необходимо разгрузить перенасыщенные магистрали путем расширения масштабов перевозок общественным транспортом наземного типа и высокой производительности, приближающейся к производительности метро. Строительство последнего является дорогостоящим мероприятием (1км. метро стоит 40-60 млн. долларов) [2].

Транспорт высокой производительности не должен иметь помех со стороны других участников движения или со стороны дорожной инфраструктуры *улично-дорожной сети* (УДС), к примеру, светофоров. Достичь такого эффекта возможно, на настоящий момент, путем разнесения различных транспортных потоков по уровням. Отсюда, соответственно, имеем подземный, наземный и надземный транспорт. Последний движется по надземным эстакадам. Строительство эстакад примерно от 4 до 8 раз менее затратно, чем строительство подземного транспорта (метро). Причем с точки зрения

безопасности пассажиров такой транспорт на порядок более безопасен чем метро. Но наземный транспорт плохо вписывается в городскую инфраструктуру и искажает облик города.

Безпомеховый наземный транспорт массовой перевозки пассажиров является лучшей альтернативой городского транспорта будущего. Возможно ли такое в условиях интенсивного наземного движения? Как ни странно, но ответ положительный.

В настоящей работе предлагается новый тип городского общественного транспорта – информационный и роботизированный. Он способен без помех со стороны других транспортных средств функционировать в насыщенной улично-дорожной среде и перевозить большое количество пассажиров, сравнимое с метро. В отличие от метро этот вид транспорта является более энергоэкономичным, так как в нем отсутствуют эскалаторы для загрузки пассажиров на станцию метро и подъем их с неё.

Предлагаемый тип транспорта является системой, в которой информационные процессы (сбор информации, обработка информации, принятие решений) выполняются постоянно и составляют основу информационной транспортной системы. Нарушение любого из этих процессов делает систему неработоспособной. Единичным транспортным средством системы является автономный электрокар (без водителя) вместимостью до 50 человек. По ассоциации назовем его *инфобусом*. В отличие от известных транспортных пассажирских средств (автобус, троллейбус, трамвай и т.д.), которые работают автономно, инфобус может функционировать только в составе информационной транспортной системы.

1. Анализ условий городских пассажирских перевозок

В практике перевозок для характеристики потребностей городского населения в перевозках и систематического анализа условий перевозки пассажиров используется такая категория, как *пассажиропоток* [3], который характеризуется *интенсивностью* (среднее количество пассажиров, перевозимых в единицу времени). Данные о интенсивности пассажиропотока используются для выбора транспорта необходимой вместимости и определения требуемого для перевозки количества транспортных средств.

На каждом маршруте могут быть использованы транспортные средства одной вместимости или разные по вместимости. Выбор и обоснование необходимой вместимости транспортного средства для качественного обслуживания пассажиров, более рационального и эффективного использования транспортных средств является сложной управленческой задачей, особенно в условиях неполной, а зачастую недостоверной информации. Вместимость транспортного средства устанавливается по данным распределения интенсивности пассажиропотока и характеру его неравномерности во времени, длине маршрута и направлениям следования. Информация носит вероятностный характер и представлена в форме моментов первого и второго порядков распределения случайной величины (математическое ожидание, дисперсия).

Лицо принимающее решение (ЛПР) [4] в таких сложных условиях должно обладать соответствующей квалификацией, опытом работы и, даже, интуицией. Неверные решения приводят к потерям. Так, например, использование транспортных средств малой вместимости при большой интенсивности пассажиропотока увеличивает необходимое количество транспортных средств (водителей) и повышает загрузку улиц. И, наоборот, эксплуатация транспортных средств большой вместимости на маршруте с малой интенсивностью пассажиропотока приводит к слишком большим интервалам

движения, к излишним затратам времени пассажирами на ожидание транспортного средства и, в связи с этим, к большим неудобствам для населения. Основным критерием для выбора рациональной вместимости транспортного средства для того, или иного маршрута, является, прежде всего, целесообразный интервал движения.

Таким образом, современное состояние пассажироперевозок имеет следующие недостатки:

- отсутствие точной, объективной информации в режиме реального времени о интенсивности пассажиропотока на маршруте, что препятствует принятию оптимальных решений и ведет к экономическим потерям;

- присутствие человеческого фактора в принятии ответственных решений.

И третьим, очень существенным, и может быть, самым главным недостатком является малая номенклатура транспортных средств различной вместимости для более точного покрытия меняющегося пассажиропотока. Данный недостаток в рамках современного технического обеспечения городских пассажирских перевозок преодолеть невозможно, так как промышленность не в состоянии изготовить, положим, двадцать типов автобусов различной вместимости.

И даже, если гипотетически предположить, что нужный ассортимент изготовлен, то трудно найти ЛПР эффективно им управляющим. Тем более, что управляющие решения принимаются на основе интегральной (усредненной) прошлой информации о пассажиропотоках. К тому же возникает вопрос. Где и как хранить такой разнообразный парк транспортных средств?

С момента появления первых городских пассажирских автотранспортных средств (более 100 лет назад) и обеспечения ими городских маршрутов перевозок населения организация таких перевозок не изменилась. Здесь под организацией понимается весь комплекс мероприятий, связанных с планированием, контролем и управлением движением пассажирских транспортных средств в городе. Такая стабильность обусловлена неизменностью самих транспортных средств.

Развитие информационных технологий позволяет пересмотреть концепцию организации и управления современным городским транспортом. При этом всё разнообразие городских пассажирских транспортных средств должно быть упразднено и сведено к одной транспортной единице номинальной вместимости – инфобусу. В зависимости от интенсивности пассажиропотока на маршруте (измеряется датчиками в автоматическом режиме) управляющая ЭВМ высылает на маршрут такое число инфобусов, чтобы суммарный объем их был равен или незначительно превышал объем пассажиропотока.

При этом инфобусы собираются в кассеты (отсюда термин «кассетный тип транспорта»), состоящие из различного числа единиц. В кассету может быть собрано различное число инфобусов: один, два и т.д. Всё зависит от интенсивности пассажиропотока в текущий момент времени. Возможно собрать транспортное средство любой вместимости, требуемое на маршруте сейчас, быстро и без затрат, так как механические соединения в кассете отсутствуют. Соединение виртуальное, как в автопоездах [5]. Минимальное безопасное расстояние между инфобусами в кассете обеспечивает электроника.

Для более эффективной организации работы этой транспортной системы пассажир, проходя через турникет и оплачивая проезд указывает также остановку, до которой ему ехать.

Такая транспортная система является адаптивной к пассажиропотоку. Она своевременно и оперативно меняется, и подстраивается под пассажиропоток. В связи с этим система является наиболее экономичной и наилучшим образом удовлетворяет транспортные потребности населения, так как транспортные средства не будут курсировать полупустыми или чрезмерно переполненными.

2. Движение инфобусов в улично-дорожной среде

Необходимо чтобы УДС была как можно более нейтральна к движению инфобусов. Полностью достичь нулевого влияния на участников движения, как в метро, невозможно. Уменьшить это влияние можно за счет выделения специальной полосы движения, как это делается для общественного транспорта типа автобуса или троллейбуса.

Недостатком такого выделения является сокращение числа полос для других участников движения, а с этим и уменьшение пропускной способности магистрали. Интенсивность использования выделенной полосы зачастую невысокая.

Отсюда требование к ширине инфобуса: она должна быть минимальной и составлять 1-1.5 метра. Такой выбор обусловлен двумя факторами. Ширина полосы магистрали составляет 3-3.5 метра. Достаточно эту полосу поделить на два и в результате получим две полосы движения (прямое и обратное) для инфобусов.

Полоса движения инфобусов непосредственно примыкает к тротуару и отделена от него ограждением, а от основной дороги слева сплошной линией (рис. 1). В некоторых случаях может использоваться легкое ограждение в форме установленных на сплошной линии пластмассовых конусов. Интенсивность использования дорожной инфраструктуры инфобусами, и в частности полосы движения, высокая



Рис. 1. Автопоезд из двух инфобусов на перекрестке

Вторая причина, по которой инфобус должен быть узким, связана с процессом загрузки пассажиров в салон инфобуса. Для быстрой выгрузки (загрузки) пассажиров инфобус является низкопольным (вровень с платформой), а также имеет много дверей.

Время выгрузки и загрузки пассажиров ограничено и не должно превышать, в лучшем случае, длительности светофорного цикла (80-120 сек.), либо быть кратным ему. Это позволит инфопоезду пересекать перекрестки со светофорным регулированием без

остановки в координированной зеленой волне, так как после остановки он начинает движение с того самого момента в светофорном цикле, на котором остановился.

Так в данной системе время загрузки и выгрузки пассажиров составляет 20 сек. Отсюда следует, что каждые 20 сек. от остановки отъезжает инфопоезд с возможным максимальным числом инфобусов в нем в час пик до шести. Ограничение на число инфобусов в инфопоезде связано с нормативной, рекомендуемой длиной остановки (30 метров). При длине инфобуса 5 метров на остановке помещается 6 инфобусов. При вместимости инфобуса 50 пассажиров автопоезд из 6 инфобусов в течении одной минуты перевозит до 1000 пассажиров, а в течении 1 часа до 60 000, что сравнимо с производительностью метрополитена.

В случае, если светофорный объект автономный (не включен в план координации), то системе сообщается момент старта с остановки для того, чтобы проехать текущий по ходу светофорный объект беспрепятственно. Для этого используется информационная система «Мобильный помощник водителя» [6], которая на любом этапе движения инфобуса указывает оставшееся время зеленой фазы светофорного объекта по ходу движения инфобуса. При этом система обозначает рекомендованную скорость для безостановочного проезда светофора. Некоторые сложные перекрестки инфобус может проезжать по подземному проезду, как это показано на рис. 2.

Каждый инфобус оснащен компьютером, GPS-навигатором, устройством связи с главным, управляющим компьютером системы и с другими инфобусами, датчиками, обеспечивающими безопасность. Бортовой компьютер осуществляет контроль всех действий (слежение за положением вагона, скоростью, дверьми и т.д.) [7]. Инфобус имеет различные системы безопасности, и в том числе буфер, представляющий собой резиновое уплотнение спереди и сзади.

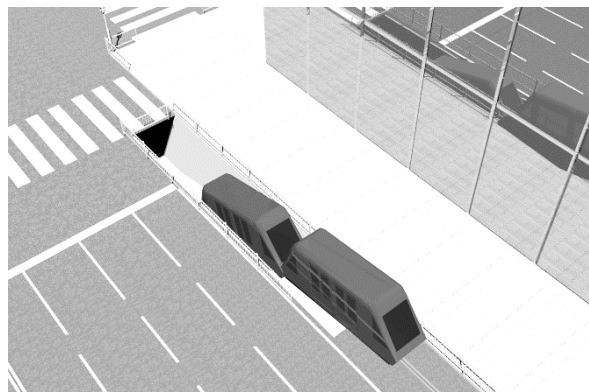


Рис. 2. Подземный проезд на сложном перекрестке

3. Математическая модель работы инфобуса. Постановка задачи

Выделим основные концепции, лежащие в основе функционирования данной транспортной системы и важные, с точки зрения решаемой проблемы:

- клиент (пассажир) на остановочном пункте во время оплаты через терминал указывает также и остановку, до которой этот пассажир желает ехать;
- информация с терминалов поступает на диспетчерский пункт;

из депо по маршруту отправляется поезд из нескольких самоуправляемых вагонов, количество которых можно изменять;

емкость вагонов, интервалы времени движения между остановками и время стоянки на остановках для данной системы известны.

Рассмотрим основные этапы подготовки движения поезда:

при формировании состава в депо имеется как точная информация о пассажирах на станциях (сколько и до каких остановок едут), так и некоторая вероятностная информация о «будущих» пассажирах, которые подойдут на эти станции до прихода поезда;

если данный поезд не первый, то надо учитывать, что впереди идущие поезда также собирают пассажиров;

на основе всей этой информации формируется состав, т.е. определяется количество вагонов по какому-либо критерию, например, собрать всех пассажиров с заданной доверительной вероятностью.

Концептуальная модель данной системы должна учитывать следующие моменты:

считаем, что оба направления движения имеют совершенно симметричные свойства, поэтому без потерь адекватности можно рассматривать только одну ветвь маршрута;

на маршруте имеется k станций;

интервал времени движения поезда от депо до 1-й станции равен Δt_1 , а от $(i-1)$ -й до i -й станции равны Δt_i ($i = 2, \dots, k$) считаем известными с любой точностью;

известна интенсивность подхода новых пассажиров $\lambda_i(t)$, где $i = 1, \dots, k$ – номер станции.

Критерием оптимальности выберем определение минимального количества вагонов, выходящих за одну поездку, которые «соберут всех» пассажиров на остановках с заданной доверительной вероятностью α (например $\alpha = 95\%$).

4. Расчет загрузки поезда

На основе данных с терминалов на остановках на момент отправления поезда можно построить матрицу корреспонденций M

$$M = \begin{pmatrix} 0 & m_{1,2} & m_{1,3} & \dots & \dots & m_{1,j} & \dots & m_{1,k} \\ 0 & 0 & m_{2,3} & \dots & \dots & m_{2,j} & \dots & m_{2,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & m_{i,i+1} & \dots & m_{i,j} & \dots & m_{i,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & m_{k-1,k} \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где k – количество остановок, m_{ij} – количество пассажиров, севших на i -й остановке с целью доехать до j -й остановки ($i, j = 1, \dots, k$). Все элементы матрицы M на главной диагонали и под главной диагональю равны нулю (т.к. пассажир не может выйти на остановке, на которой сел в вагон, и не может ехать «назад»).

По матрице корреспонденций можно рассчитать общее количество пассажиров, садящихся на i -й остановке m_i , которое определяется как сумма элементов i -й строки матрицы M

$$m_i = \sum_{j=1}^k m_{i,j} = \sum_{j=i+1}^k m_{i,j}, \quad i = 1, \dots, k \quad (2)$$

и количество выходящих на i -й остановке m_i , как сумму элементов i -го столбца

$$m_i = \sum_{j=1}^k m_{j,i} = \sum_{j=1}^{i-1} m_{j,i}, \quad i = 1, \dots, k. \quad (3)$$

Тогда после отъезда от остановки с номером r количество пассажиров в вагонах

$$s_r = \sum_{i=1}^r m_i - \sum_{i=1}^r m_i = \sum_{i=1}^r (m_i - m_i), \quad r = 1, \dots, k. \quad (4)$$

Формулы (1)-(4) учитывают только пассажиров «известных» на момент выезда поезда из депо. Но за время движения поезда на остановки подходят новые пассажиры. Учет этих «дополнительных» пассажиров требует знания априорной вероятностной информации о режиме поступления этих пассажиров по каждой станции и о распределении вероятности их «пожеланий» доехать до какой-либо из последующих станций. Тогда, по, например, предварительным статистическим наблюдениям нам должны быть известны значения $p_{i,n}$ – вероятности того, что за заданное время на i -ю станцию подойдет ровно n пассажиров ($i = 1, \dots, k-1, n = 0, 1, 2, \dots$) и матрицу вероятностей Q , заданной как

$$Q = \begin{pmatrix} 0 & q_{1,2} & q_{1,3} & \dots & \dots & q_{1,j} & \dots & q_{1,k} \\ 0 & 0 & q_{2,3} & \dots & \dots & q_{2,j} & \dots & q_{2,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & q_{i,i+1} & \dots & q_{i,j} & \dots & q_{i,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & q_{k-1,k} \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix},$$

где q_{ij} – вероятность того, что пассажир, севший на i -й остановке, выйдет на j -й. Очевидным является условие нормировки. Для каждой строки с номером i матрицы Q

$$\sum_{j=1}^k q_{i,j} = \sum_{j=i+1}^k q_{i,j} = 1, \quad i = 1, \dots, k.$$

В частности, $q_{k-1,k} \equiv 1$, т.к. пассажир с предпоследней $(k-1)$ -й станции достоверно едет на последнюю k -ю станцию.

Рассмотрим случай, когда потоки пассажиров является пуассоновскими с известными интенсивностями $\lambda_i(t)$, $i = 1, \dots, k-1$ (на последней k -й остановке, очевидно, никто не садится). Данное предположение является достаточно корректным, поскольку доказано, что сумма большого количества независимых ординарных случайных потоков стремится к пуассоновскому потоку [8]. При этом сумма пуассоновских потоков с известными интенсивностями является также пуассоновским потоком, интенсивность которого равна сумме интенсивностей потоков-слагаемых, а при независимом прореживании пуассоновского потока получается также пуассоновский поток интенсивность которого уменьшается в соответствующее количество раз.

Введем величину ΔT_i , которая определяется как

$$\Delta T_i = \sum_{j=1}^i \Delta t_j, \quad i = 1, \dots, k$$

и является интервалом времени от выхода поезда из депо до отъезда от i -й станции. Тогда количество дополнительных пассажиров на i -й остановке будет описываться распределением Пуассона с параметром Λ_i , где

$$\Lambda_1 = \int_0^{\Delta T_1} \lambda_1(t) dt, \quad \Lambda_i = \sum_{j=1}^{i-1} \left[\int_0^{\Delta T_j} \lambda_j(t) dt \cdot \prod_{l=j+1}^i (1 - q_{j,l}) \right] + \int_0^{\Delta T_i} \lambda_i(t) dt, \quad i = \overline{2, k-1}.$$

Откуда можно получить распределение количества дополнительных пассажиров [8]

$$p_{i,n} = \frac{(\Lambda_i)^n}{n!} \exp(-\Lambda_i), \quad i = \overline{1, k-1}, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (5)$$

Поскольку, была поставлена задача «собрать» всех пассажиров с заданной вероятностью α , то, используя (5), для каждой остановки с номером r определим такое число z_r , что вероятность появления на данной остановке дополнительных пассажиров в количестве, не превышающем z_r , равна α . Очевидно, что

$$z_r = \min \left(i : \sum_{j=1}^i p_{r,j} \geq \alpha \right). \quad (6)$$

Тогда, учитывая известных на момент выезда из депо пассажиров, задаваемых формулой (4) и дополнительных пассажиров определяемых формулой (6) можно утверждать, что с заданной вероятностью α после выхода со станции с номером r в вагонах будет пассажиров не более чем

$$s'_r = s_r + z_r.$$

Получим $S' = \max_r(s'_r)$, а, затем и необходимое число вагонов

$$W = \left[\frac{S'}{V} \right], \quad (7)$$

где V – ёмкость вагона, а квадратные скобки обозначают, в данном случае, округление вверх.

5. Результаты экспериментов

Для проверки полученных соотношений были проведены имитационные эксперименты. Моделировалась транспортная система, имеющая 10 остановок; интервалы времени перегона от депо до первой остановки и между каждыми соседними остановками одинаковые и равны 10 условным временным единицам; известное на момент выезда из депо количество пассажиров одинаковое на всех остановках от 1 до 40 и каждый пассажир с равной вероятностью может ехать до любой из следующих остановок; интенсивности появления дополнительных пассажиров одинаковые для всех остановок и имеют два варианта $\lambda = 0,1$ и $\lambda = 1$ при этом каждый из дополнительных пассажиров также с равной вероятностью может ехать до любой из следующих остановок; ёмкость каждого вагона $V = 50$; количество прогонов для каждого случая $N = 10^6$. Используя формулу (7) для каждого конкретного вида матрицы (1), и заданные параметры появления дополнительных пассажиров, оценивалось необходимое количество вагонов.

На рис. 3 отображена зависимость среднего количества вагонов, которые с заданной вероятностью $\alpha = 95\%$ соберут всех пассажиров со всех остановок, от начального количества пассажиров на остановках.

На рис. 4 приведены результаты имитационных экспериментов. По оси абсцисс отложено начальное количество пассажиров на каждой остановке, а по оси ординат – доля «полностью обслуженных» прогонов.

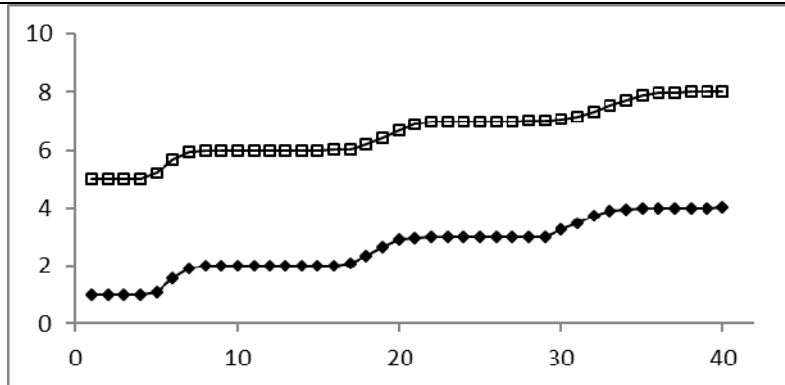


Рис. 3. Зависимость среднего количества вагонов от начального числа пассажиров на каждой остановке. ◆ – $\lambda = 0,1$; □ – $\lambda = 1$

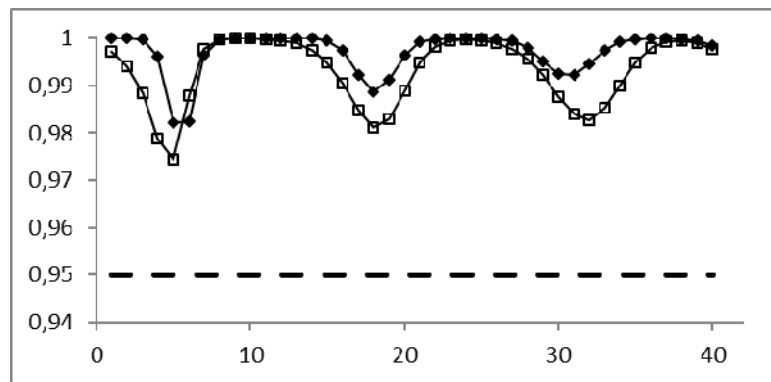


Рис. 4. Зависимость доли «полностью обслуженных» прогонов от начального количества пассажиров на каждой остановке. ◆ – $\lambda = 0,1$; □ – $\lambda = 1$

Из данных графиков видно, что предложенная методика расчета оптимального количества вагонов позволяет выполнить это с заданной надежностью.

Заключение

Предложен новый тип городского общественного транспорта – информационный. Данный вид транспорта способен без помех со стороны других транспортных средств функционировать в насыщенной улично-дорожной среде и перевозить большое количество пассажиров, сравнимое с метро.

Этот вид транспорта является замкнутой системой, функционирующей самостоятельно без участия человека и в которой информационные процессы (сбор информации, обработка информации, принятие решений) протекают постоянно и составляют основу информационной транспортной системы. Единичным транспортным средством системы является автономный электрокар.

Работа выполнена при поддержке Европейского гранта «Grant Agreement Number 2013-4550/001-001» по проекту Ве-Safe – Белорусская сеть безопасных дорог совместно с тремя европейскими университетами: университет Сапиенца (Рим), Афинский политехнический университет и университет Лаффборо (Англия).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей. – Новосибирск: Наука, 2004. – 266 с.
2. Стоимость сооружения 1 км метро в Минске составляет от 40 до 60 млн долларов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minsknews.by/blog/2014/08/19/stoimost-sooruzheniya-1-km-metro-v-minske-sostavlyayet-ot-40-do-60-mln-dollarov/>
3. Варелопуно Г.А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте. – М., Транспорт, 1981. – 93 с.
4. Аристов А.О. Компьютерная система поддержки принятия решений по управлению транспортными потоками / Аристов А.О., Моргачёв К.В. // Сборник научных докладов II научно-практической конференции «Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях» – М., МГСУ, 2010. – С. 205.
5. Проект Safe Road Trains for the Environment (SARTRE) – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Safe_Road_Trains_for_the_Environment
6. Касьяник В.В. Мобильный помощник водителя в выборе стратегии вождения / Касьяник В.В., Шуть В.Н. // Искусственный интеллект. – 2012. – № 3, Донецк: ИПИИ «Наука і освіта» – С. 253-259.
7. Shuts Vasili. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport / Vasili Shuts, Valery Kasyanik // Transport and Telecommunication. – 2011. – V. 12.–No 4. – P. 52-60.
8. Большаков И.А., Ракощиц В.С. Прикладная теория случайных потоков. – М : Советское радио, 1978. – 248 с.

Стаття: надійшла до редакції 29.01.2017,
доопрацьована 06.02.2017,
прийнята до друку 12.02.2017.

**HIGHLY EFFECTIVE URBAN PASSENGER TRANSPORT
BASED ON MOBILE ROBOTS****E. Prolisko, V. Shuts**

*Brest State Technical University
Moscow str., 267, Brest, 224017, Belarus.
lucking@mail.ru*

It's a project of intellectual transport system of mass passenger transportation on the basis of mobile autonomous robots, assembled in caravans on the cassette principle. This type of public transport is aimed at enhancing the mobility and flexibility of passenger transportation. It also has significant economic benefits, as the effectiveness of such transportation is as high as of the underground and at the same time has much lower cost of manufacturing and maintenance.

**ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ТРАНСПОРТ МІСЬКОГО ПЕРЕВЕЗЕННЯ
ПАСАЖИРІВ НА БАЗІ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ****Е. Проліско, В. Шуть**

*Брестський державний технічний університет,
Вул. Московська 267, м. Брест, 224017, Білорусь
lucking@mail.ru*

Представлений проект інтелектуальної транспортної системи масового конвеєрного перевезення пасажирів на базі мобільних автономних роботів, які збираються у каравани по касетному принципу. Цей тип громадського транспорту направлений на підвищення мобільності та гнучкості перевезення пасажирів. Він має значні економічні вигоди, оскільки по продуктивності перевезень не поступається метро і в той же час його вартість виготовлення та обслуговування на два порядки нижче.