

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ, КАССЕТНАЯ, РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА МАССОВОЙ КОНВЕЙЕРНОЙ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ**

Э. М. Бондарук, И. В. Колядич, Д. А. Котелев

*Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь*

Научный руководитель: к. т. н., доцент Шуть В. Н.

Дорожный транспорт – существенная часть современного общества, и к нему со стороны этого общества предъявляются повышенные требования. Со всем недавно проблемы координации и управления транспортными потоками на улично-дорожных сетях (УДС) не были столь актуальными. В условиях не слишком высоких загрузок существующие УДС функционировали достаточно эффективно, и их деятельность не приводила к серьезным перебоям в процессе обслуживания. Рост уровня автомобилизации и транспортной подвижности населения привел к перенасыщению 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. в среднем в каждом авто перемещается 1,2–1,5 человека. Отсюда следует: для того 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 (1 км. метро стоит 40–60 млн долларов).

Транспорт высокой производительности не должен иметь помех со стороны других участников движения или со стороны дорожной инфраструктуры 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 надземный транспорт плохо вписывается в городскую инфраструктуру и искажает облик города. Поэтому наземный транспорт массовой перевозки пассажиров является лучшей альтернативой городского транспорта будущего.

В настоящей работе предлагается новый тип городского общественного транспорта – информационный. Как и суперавтобусная транспортная система, 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. В отличие от суперавтобусной транспортной системы этот вид транспорта является более энергоэкономичным, так как в нем отсутствуют эскалаторы для загрузки пассажиров в салон, расположенный на уровне второго этажа, да и в улично-дорожной среде он не будет отличаться необычной конструкцией от привычных транспортных средств.

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.



*Рисунок 1 – Автопоезд из одного и двух электрокаров на перекрестке*

Система функционирует при полном отсутствии управления со стороны человека и является принципиально новым видом общественного транспорта на базе мобильных беспилотных электрокаров. Техничко-экономические характеристики, которые обеспечивает данная транспортная система, недоступны известным на сегодняшний момент транспортным средствам городской перевозки пассажиров, таким как автобус, троллейбус, трамвай и метро. Кассетная, роботизированная городская транспортная система массовой конвейерной перевозки пассажиров состоит из выделенного узкого участка пути (дорожное полотно, рельсовый либо монорельсовый путь), примыкающего к тротуару и отгороженного от него справа, а также отгороженного от проезжей части дороги слева сплошной разделительной линией, остановочных пунктов посадки и высадки пассажиров, снабженных турникетами. Каждый электрокар оборудован компьютером, связанным с сервером системы, команды с которого он обрабатывает полностью автономно под управлением собственного компьютера. Система в исходном состоянии находится в «спящем» режиме и активизируется в момент появления пассажиров на остановке. Пассажир, проходя через турникет, оплачивает проезд и одновременно указывает свою станцию назначения. Эти сведения поступают на сервер системы, где формируется матрица корреспонденций по данной остановке и по всем остальным:

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

**Рисунок 2 – Матрица корреспонденций**

Таким образом, по всем остановкам маршрута пассажиры дифференцированы по принципу конечного пункта поездки. Сервер системы специальным программным обеспечением обрабатывает матрицу корреспонденций и высылает на линию такое количество электрокаров, чтобы покрыть пассажиропоток на текущий момент времени. Электрокары базируются в накопителях, расположенных в конечных пунктах маршрута. В них выполняется подзарядка электрокаров, оттуда они и выдвигаются на маршрут. Колонна (кассета) инфобусов движется синхронно светофорным сигналам, получаемым от сервера системы. В результате организуется безостановочное движение кассеты в улично-дорожной среде города. Кассетная сцепка является виртуальной и может состоять из одного и до шести инфобусов в зависимости от величины пассажиропотока. Конвейерный способ движения позволяет максимально использовать дорожное дорожное пространство (инфобусы выполнены узкими, до 1,5 м.). Таким образом, равномерно распределяется нагрузка на дорожное полотно пути и обеспечивается время ожидания транспорта пассажиром от 20 секунд до одной минуты в любое время суток. Следует отметить, что это уникальный вид городского общественного транспорта, готовый обслуживать пассажиров 24 часа в сутки. Инновационная автоматизированная система гарантирует доступность городского пассажирского транспорта для всех слоев населения, повышает качество транспортного обслуживания и расширяет перечень предоставляемых услуг.

В результате внедрения в городах кассетно-конвейерного способа перевозки повышается уровень устойчивости, управляемости и безопасности работы городских транспортных систем, снижается уровень расходов на городской пассажирский транспорт, повышается привлекательность общественного транспорта как альтернативы использованию личных автомобилей с соответствующими экологическими последствиями.

Срок окупаемости – не более 3-х лет.

### Список литературы

1. Сравнительный анализ глобальных навигационных спутниковых систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-globalnyh-navigatsionnyh-sputnikovyh-sistem/viewer>.
2. Шуть, В. Н. Интеллектуальные робототехнические транспортные системы / В. Н. Шуть, Л. Персия, Г. Джустиниани. – БрГТУ, 2017. – 194 с.
3. Михайлов, А. Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей / А. Ю. Михайлов, И. М. Головных. – Новосибирск: Наука, 2004. – 266 с.