

УДК 629.1-498, 004.896

С.А. Шептунов, Ю.М. Соломенцев, Н.В. Суханова, И.С. Кабак

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА НА БАЗЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Разработаны требования к монорельсовой транспортной системе, описана структура системы управления. Предложены средства для реализации системы управления на базе искусственных нейронных сетей.

Ключевые слова: система управления, монорельсовая транспортная система, вагоны на воздушной подушке, структура, требования, нейронные сети, искусственный интеллект.

Совершенствование работы городского транспорта Москвы и Московской области является важной и актуальной задачей. Для решения транспортной задачи необходимо разрабатывать новые, альтернативные подходы. В Москве используются традиционные виды городского пассажирского транспорта (автобус, троллейбус, трамвай, метро, маршрутные такси, железная дорога, личный автомобильный транспорт). Попытки решить задачу совершенствования традиционной транспортной системы не дали ожидаемых результатов и создали ряд новых проблем, главной из которых является обеспечение безопасности движения.

В предшествующие периоды основной причиной аварий и пробок на дорогах были личные автомобили. В последнее время участились аварии на общественном транспорте (например, на метрополитене), что указывает на техническое отставание и несовершенство городской транспортной системы.

Известны традиционные методы совершенствования существующей городской транспортной системы:

- увеличение парка автобусов, троллейбусов, трамваев и т.д.;
- расширение улиц, строительство эстакад, новых линий метро;
- организация парковок, в том числе платных;
- увеличение скорости движения на выездных магистралях и др.

Необходимо признать, что несмотря на все многочисленные методы совершенствования существующей городской транспортной системы и большие расходы на ее содержание, она не способна обеспечить потребности жителей города.

Система городского общественного транспорта имеет ряд недостатков:

- система недостаточно автоматизирована (автоматически выполняется только проверка транспортных карт и проездных билетов);
- функции управления транспортными средствами выполняет человек (водитель, машинист, диспетчер),
- система не соответствует современным требованиям к скорости движения и комфорту;
- система не может гибко реагировать на изменение пассажиропотока в течение суток и по дням недели (вечер пятницы и утро понедельника становятся временем, когда пассажиры тратят несколько часов в пробках).

Цель исследования - решение проблемы транспортной доступности для жителей Москвы и Подмосковья путем разработки альтернативной монорельсовой транспортной системы.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- разработать требования к транспортной системе;
- разработать структуру транспортной системы;

- выбрать средства для реализации транспортной системы.

К разрабатываемой транспортной системе предъявляются следующие требования:

- высокая безопасность, надежность, живучесть;
- управление в автоматическом режиме, без участия человека;
- организация круглосуточной работы;
- гибкое регулирование в зависимости от величины пассажиропотока;
- быстрое формирование и изменение маршрута движения;
- повышенный комфорт для пассажиров;
- экологическая чистота;
- высокая эффективность, минимум затрат, окупаемость в течение 15-20 лет эксплуатации.

На основе требований была разработана монорельсовая транспортная система с вагонами на воздушной подушке [1], которая может применяться для городских пассажирских перевозок и высокоскоростного междугороднего сообщения.

Структура монорельсовой транспортной системы приведена на рис. 1.

Монорельсовая транспортная система включает верхний и нижний уровни управления. Она объединяет централизованное управление на верхнем уровне и децентрализованное управление на нижнем уровне.

Верхний уровень объединяет центр управления транспортной системой и связанные с ним локальные центры управления маршрутами движения. Маршрут движения выбирается в зависимости от количества пассажиров, начальной и конечной станций.

Локальные центры управления маршрутами движения определяют время отправления, интервал движения, количество вагонов, скорость их движения и время прибытия на промежуточные и конечную станции.

Нижний уровень управления включает управление блок-участками и вагонами. Маршрут разделяется на перегоны между станциями, а перегоны, в свою очередь, делятся на блок-участки. Скорость движения по блок-участку считается постоянной. Для каждого блок-участка определяют скорость движения с учетом разгона и торможения и время стоянки на промежуточных станциях (рис. 2). Структура монорельсовой транспортной системы позволяет гибко управлять движением, увеличивать или сокращать число вагонов на маршруте.

Монорельсовая транспортная система включает вагоны, монорельсовый путь и систему управления. Вагоны управляются автоматически, без участия человека. Все функции управления вагоном выполняет внешняя по отношению к нему система управления. Система управления определяет скорость движения. Вагоны приводит в движение линейный асинхронный двигатель, в котором статор размещается вдоль монорельса, а ротор находится в самом вагоне. Частота тока, подаваемого в обмотки статора, задает скорость движения вагонов. Использование электродвигателя обеспечивает экологическую чистоту монорельсового транспорта.

Монорельсовая транспортная система представляет собой альтернативный вид транспорта повышенной комфортности. Вагоны рассчитаны на перевозку нескольких человек, оборудованы сидениями, ремнями и подушками безопасности. Вагоны построены по принципу экраноплана. Под днищем вагона создается воздушная подушка, она снижает трение при движении. Вагоны движутся по блок-участку с одинаковой скоростью, что исключает возможность их столкновения. Монорельсовый путь задает траекторию движения вагона. Вагон имеет шток, который входит в паз монорельса и предотвращает съезд с пути. В случае отказа системы управления перегон и блок-участок обесточиваются, вагон останавливается. При полном или частичном разрушении монорельсового пути вагон планирует, а затем приземляется.

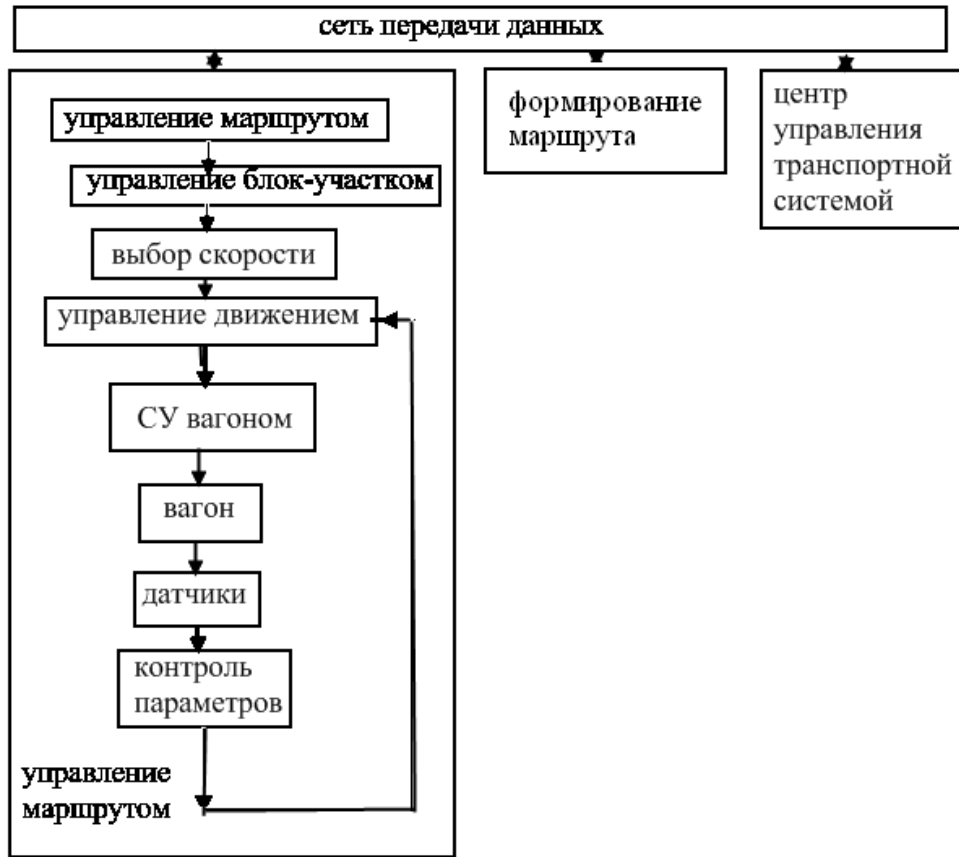


Рис. 1. Структура монорельсовой транспортной системы

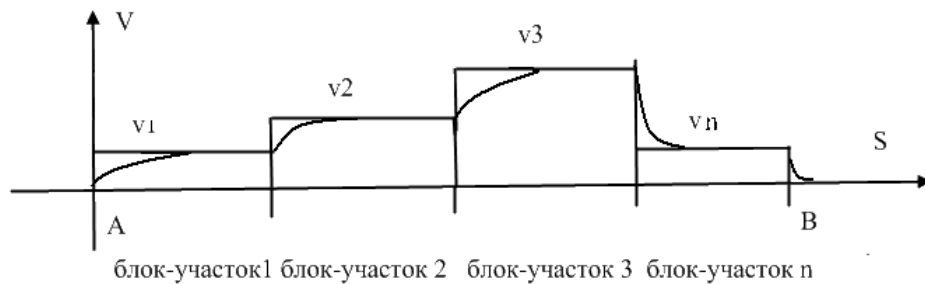


Рис. 2. Скорость движения на перегоне между станциями А и В

Для обеспечения безопасности движения монорельсовый путь прокладывается внутри трубы, которая устанавливается на опорах (рис. 3). Труба является защитным экраном, исключая попадание на монорельсовый путь людей, животных и посторонних предметов. Монорельсовый путь не требует отвода земель для его строительства. Опоры могут устанавливаться над уже имеющимися автомобильными или железными дорогами.

Систему управления монорельсовым транспортом предлагается реализовать на базе модульной вычислительной системы и многослойной модульной вычислительной системы с элементами искусственного интеллекта [2-7]. Каждый слой системы управления строится по принципу фрактала - подобия элемента и всей системы в целом. При реализации системы управления для монорельсового транспорта предлагается использовать искусственные нейронные сети специального вида [4; 5]. На базе нейронных сетей реализованы подсистемы управления маршрутами, которые позволяют оперативно формировать маршруты движения вагонов таким образом, чтобы минимизировать суммарный трафик.

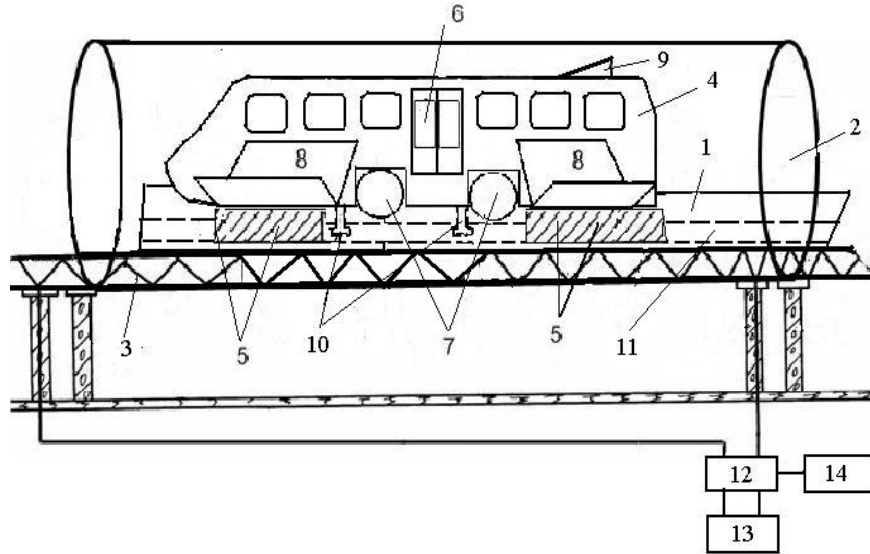


Рис. 3. Монорельсовая транспортная система

Монорельсовая транспортная система с вагонами на воздушной подушке содержит следующие элементы (рис. 3). Монорельсовый путь 1 размещен внутри защитной трубы 2. Асинхронный линейный двигатель 3 создает тягу для движения вагонов 4. Ротор двигателя установлен в вагоне и является пассивным элементом, а статор является активным элементом и размещается на монорельсовом пути 1. Статор линейного двигателя состоит из отдельных секций 3, которые при движении вагона подключают к источнику переменного тока 13. Скорость движения вагона регулируется частотой переменного тока в секциях статора. При движении вагона 4 за счет экранного эффекта под его днищем формируется воздушная подушка 5. Вагон оборудован автоматическими дверями 6 для посадки-высадки пассажиров, колесами 7 для разгона, торможения и остановки вагона на станции. Вагон оборудован горизонтальными (8) и вертикальными (9) рулями, которые совместно с днищем вагона обеспечивают экранный эффект и формируют необходимую для движения по монорельсу воздушную подушку 5. Шток 10 под днищем вагона входит в паз монорельса 1 и направляет движение. Горизонтальные и вертикальные рули меняют направление при движении вагона по кривым участкам монорельсового пути. Система управления движением 14 через схемы умножения и деления частоты 12 подключает секции статора 3 к источнику переменного тока 13. Вагон оборудован датчиками для измерения параметров его движения.

Система управления движением 14 построена как многослойная модульная вычислительная система с элементами искусственного интеллекта [6,7]. Система управления для монорельсовой транспортной системы имеет структуру, которая представлена на рис. 1.

Ожидаемый технический результат от внедрения монорельсовой транспортной системы состоит в следующем.

1. Монорельсовая транспортная система с вагонами на воздушной подушке обеспечивает широкий диапазон регулирования скорости движения вагонов - от 20-30 км/ч в городской черте до 400-500 км/ч на участках высокоскоростного междугороднего движения.

2. Воздушная подушка исключает трение между монорельсом и колесами вагонов в процессе движения. Соприкосновение поверхностей монорельсового пути и колес вагонов происходит только на станциях или в случае аварийной остановки - при торможении, остановке и разгоне вагона. Сокращается износ колес вагона и монорельсового пути.

3. Упрощается бортовая система управления вагонами. Вагоны на воздушной подушке могут двигаться в автоматическом режиме, без управления машинистом. Монорельсовая транспортная система с вагонами на воздушной подушке может работать круглосуточно в автоматическом режиме.

4. Монорельсовая транспортная система с вагонами на воздушной подушке обеспечивает высокую безопасность движения. Движение двух попутно следующих вагонов на одном блок-участке будет происходить с одинаковой скоростью, что исключает их наезд и столкновение. При механическом разрушении участков монорельсового пути (например, в случае взрыва, землетрясения и т.п.) секции статора обесточиваются, вагон плавно тормозит и останавливается перед опасным участком. При соскальзывании с поверхности монорельса и падении с высоты вагон плавно приземляется за счет экранного эффекта.

5. Монорельсовая транспортная система с вагонами на воздушной подушке является экологически чистым видом транспорта.

6. Монорельсовая транспортная система с вагонами на воздушной подушке не требует дополнительного отвода земель. Опоры для монорельса могут располагаться над существующими автодорогами и железнодорожными линиями.

7. Труба защищает монорельсовый путь от атмосферных осадков, исключает попадание людей и животных в опасную зону.

8. Парковка вагонов осуществляется на конечных станциях и не создает помех для других видов городского транспорта.

9. Монорельсовая транспортная система с вагонами на воздушной подушке обеспечивает экономию электроэнергии. В отсутствие вагонов секции статора обесточены, система не потребляет электроэнергию.

10. Количество отправленных вагонов в сутки может регулироваться в зависимости от интенсивности потока пассажиров.

Монорельсовая транспортная система объединяет традиционные технические решения, характерные для различных видов транспорта:

- экраноплан (воздушная подушка и экранный эффект);
- электропоезд (электродвигатель);
- легковой автомобиль (колеса);
- монорельс (монорельсовый путь);
- самолет (крылья, горизонтальные и вертикальные рули).

Принципиально новой является система управления с элементами искусственного интеллекта на базе нейронных сетей. Наличие искусственного интеллекта позволяет оперативно решать задачи оптимизации и планирования перевозок с учетом изменения пассажиропотока.

Монорельсовая транспортная система является сложной технической системой. Система управления для монорельсового транспорта реализует функции централизованного и децентрализованного управления на разных уровнях. Разработана структура монорельсовой транспортной системы. Предложены средства для реализации системы управления монорельсовым транспортом на базе модульной и многослойной вычислительной системы с использованием нейронных сетей.

Система управления не только позволяет управлять монорельсом, но и обеспечивает координацию с другими видами городского общественного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Монорельсовая транспортная система с вагонами на воздушной подушке: пат. на изобрет. № 2488500 / Соломенцев Ю.М., Шептунов С.А., Кабак И.С., Суханова Н.В. – Опубл. 27.07.13, Бюл. изобрет. и полез. моделей № 21. – 5 с.

2. Кабак, И. С. Технология реализации автоматизированных систем управления на базе больших искусственных нейронных сетей МОДУС-НС / И.С. Кабак, Н.В. Суханова // Межотраслевая информационная служба. - 2012.-№ 4.- С. 43-47 .
3. Кабак, И.С. Создание больших аппаратно-программных нейронных сетей для систем управления / И.С. Кабак //Авиационная промышленность. - 2012. - №4.- С. 57-61.
4. Нейронная сеть: пат. на полез. модель № 66831/ Кабак И.С., Суханова Н.В. – Бюл. изобрет. и полез. моделей; приоритет 02.04.07. – 3 с.
5. Доменная нейронная сеть: пат. на полез. модель № 72084 / Кабак И.С, Суханова Н.В. - Бюл. изобрет. и полез. моделей; приоритет 03.12.07. -3 с.
6. Модульная вычислительная система: пат. на полез. модель № 75247 / Кабак И.С., Суханова Н.В. - Бюл. изобрет. и полез. моделей; приоритет 26.12.08. – 5 с.
7. Многослойная модульная вычислительная система: пат. на изобрет. №2398281 / Соломенцев Ю.М., Шептунов С.А, Кабак И.С., Суханова Н.В. - Бюл. изобрет. и полез. моделей; приоритет 07.11.08. – 5 с.