

6. Сравните с точки зрения внутреннего строения вещества графики зависимости объема от температуры для воды и льда. Что происходит с веществом в критических точках графика?

Проведя анализ структуры и содержания представленных задач можно отметить, что при их решении возможно использование эвристического метода при организации, например, беседы при ответе на вопросы, связанные с ознакомлением и пониманием представленной информации, исследовательского – при проведении и анализе предложенных опытов и экспериментов, графического – при построении, сравнении и анализе графиков и т. д.

Таким образом, применение современных технологий и методов будет способствовать формированию умения решать качественные физические задачи, которые способствуют углублению и закреплению теоретических знаний обучающихся, приближая изучаемую теорию к окружающей жизни, усиливают интерес к предмету, способствуют развитию критического мышления.

Список использованных источников

1. Павлишина, И.Н. Качественные задачи по физике как активный метод обучения / И.Н. Павлишина // Вестник науки и образования. – 2019. – № 17 (71). – С. 64–67.

2. Акулова, О.А. Конструирование ситуационных задач для оценки компетентностей учащихся : учеб.-метод. пособие для педагогов школ / О.А. Акулова, С.А. Писарева, Е.В. Пискунова. – СПб. : КАРО, 2008. – 96 с.

УДК 004.942

Д.В. Шорох

Брестский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ КАССЕТНО-КОНВЕЙЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СКОРОСТНЫХ СИСТЕМ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ СВЯЗИ ГОРОДОВ-СПУТНИКОВ С МИНСКОМ

В работе рассматривается применение кассетно-конвейерной технологии скоростного общественного транспорта для организации эффективного сообщения между Минском и городами-спутниками. Описаны принципы функционирования системы, её преимущества в снижении транспортной нагрузки и улучшении связности агломерации. Предложена концепция интеграции в существующую транспортную сеть.

Ключевые слова: кассетно-конвейерная технология, интеграция транспорта, транспортная система, скоростной транспорт, модульные транспортные системы.

Введение. Технология наземного транспорта имеет глубокие исторические корни, начиная с изобретения колеса, которое появилось более 6 тысяч лет назад. Первоначально колеса для повозок изготавливались из цельных бревен, что быстро приводило к их износу. С развитием цивилизации способы перемещения людей и товаров значительно эволюционировали, и сегодня существует множество различных видов транспорта, таких как водный, железнодорожный, автомобильный, воздушный и другие. У каждого из этих видов есть свои преимущества и ограничения, которые определяют их использование в зависимости от специфики задач.

В настоящее время численность населения Земли превышает 8 миллиардов человек, и, по прогнозам, к концу столетия она может достичь 11 миллиардов. В условиях урбанизации люди все чаще выбирают города для постоянного проживания, что делает вопрос эффективного общественного транспорта особенно актуальным. Многие крупные города нуждаются в промежуточных системах, которые соединяют метрополитены с уличными маршрутами, и такие системы, как LRT [1] (легкое рельсовое транспортное сообщение), успешно решают эту задачу. Целью данной работы является исследование и обоснование возможности реализации пилотного проекта суперскоростной рельсовой трассы, основанной на инновационной технологии кассетно-конвейерной перевозки пассажиров. Эта технология имеет потенциал значительно повысить скорость и эффективность транспортных связей между городами и их спутниками, а также разгрузить существующие транспортные сети.

Развитие информационных технологий, и в особенности искусственного интеллекта, позволяет пересмотреть концепцию организации и управления современным городским транспортом. Будущее за автоматическим транспортом. Скоро на улицах городов появятся новые высокоэкономичные системы общественных автоматических перевозок. Основным недостатком скоростного трамвая является недостаточно высокая скорость движения (30 км/час.) и, следовательно, невозможность повысить провозную способность этого вида транспорта за счет скорости движения. Это ограничение носит принципиальный характер и его нельзя обойти, как и в метро, пределом скорости является 42 км/час.

Связано это с основным и неизбежным атрибутом всякого городского транспорта: делать остановки на каждом остановочном пункте маршрута. Потеря времени на торможение, разгон и на посадку и посадку пассажиров устанавливает предел скорости городского пассажирского транспорта даже при отсутствии каких-либо других помех, как это имеет место в метро. Самым существенным недостатком транспортной системы «скоростной трамвай» является отсутствие точной, объективной информации в режиме реального времени о мощности пассажиропотока на маршруте, что препятствует принятию оптимальных решений по выводу на маршрут такого количества транспортных единиц, чтобы покрыть этот пассажиропоток. Поэтому зачастую трамваи либо перегружены, либо недозагружены. Кроме того, транспортная система «скоростной трамвай» плохо влияет на улично-дорожную среду, так как предоставление трамваям преимущественного проезда на светофорах дискриминирует других участников дорожного движения. Суперскоростная транспортная система лишена всех этих недостатков.

Анализ, обоснование подходящего объекта для реализации пилотного проекта суперскоростной рельсовой трассы на базе инновационной технологии кассетно-конвейерной перевозки пассажиров показал, что лучшим тестовым направлением является трасса Минск-Заславль, изображенная на рисунке 1.

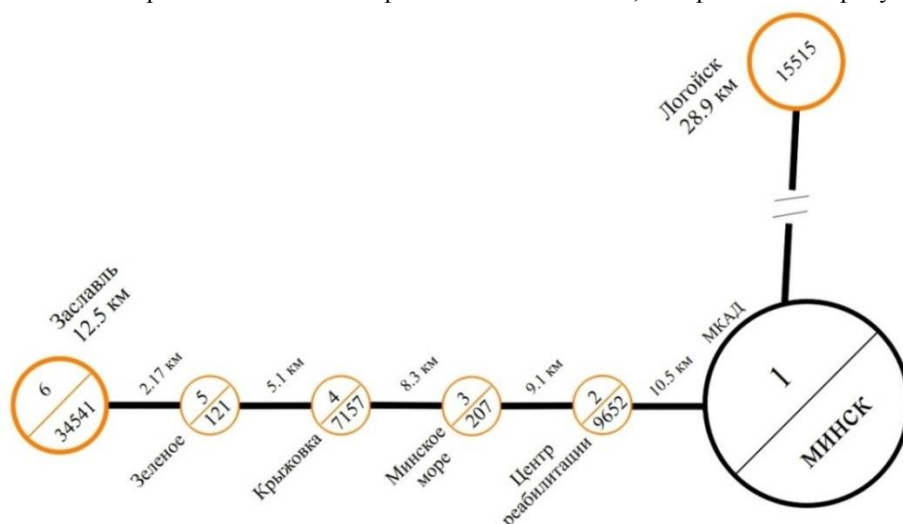


Рисунок 1 – Схема трассы Минск-Заславль

Для того чтобы такая система действительно соответствовала потребностям населения, требуется четкое понимание того, как именно люди перемещаются в пределах городской структуры. С этой целью применяется матрица корреспонденции [2; 3], изображенная на рисунке 2 – инструмент, позволяющий описать пространственно-временное распределение пассажиропотоков между различными узлами транспортной сети. На основе этой матрицы можно выявить наибольшие концентрации спроса, построить оптимальные маршруты движения и задать параметры функционирования подвижного состава.

$$M_z = \begin{pmatrix} 0 & m_{12} & m_{13} & \dots & \dots & m_{1j} & \dots & m_{1k} \\ 0 & 0 & m_{23} & \dots & \dots & m_{2j} & \dots & m_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & m_{i+1} & \dots & m_{ij} & \dots & m_{ik} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & m_{k-1k} \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 2 – Матрица корреспонденции

Матрица корреспонденций формируется на каждой остановке по мере поступления пассажиров на неё и отправляется на сервер системы для составления оптимального плана развозок. План составляется на основе алгоритмов развозки. Алгоритм развозки пассажиров состоит из последовательных этапов, каждый из которых содержит две процедуры. В первой процедуре выполняется развозка пассажиров построчным алгоритмом (по строке матрицы корреспонденций); во второй процедуре работает алгоритм по столбцу. Таким образом, это смешанный алгоритм развозки.

Трасса Заславль-МКАД четырехполосная (по две полосы в разных направлениях). Направления разделены металлическими ограждениями барьерного типа. Именно в зоне разграничения направлений следует пускать скоростную кассетно-конвейерную линию. Для этого нужно знать ширину зоны

разграничения. Наименьшая ширина разделительной полосы, в том числе укрепленной полосы: $2+s$, где s – ширина укрепления в метрах. Исходя из того, что трамвайный путь имеют ширину 1520 мм, то скоростная кассетно-конвейерная линия легко помещается в зону разграничения. Следует отметить, что кассетно-конвейерная линия является однокольной и работает в реверсном режиме (рисунок 3). Этим сокращается стоимость строительства путей более чем в три раза, так как, помимо сокращения в два раза железнодорожного полотна, то ещё и не надо заимствовать часть автомобильной полосы движения при двухколейной реализации проекта. Всё вкладывается без дополнительных работ в уже имеющуюся структуру дорожной сети. Также следует отметить, что железнодорожный путь является облегченным, так как трамвайного типа инфобусы имеют в 5 раз меньший вес, нежели обычный трамвай, и следовательно, стоимость строительства облегченного полотна значительно ниже (кассета из инфобусов, эквивалентная тому же объему пассажиров трамвая дает меньшую нагрузку на единицу длины рельса, так как является распределенной нагрузкой по длине рельса).



Рисунок 3 – Реверсная кассетно-конвейерная линия

На рисунке 3 схематически изображен однокольный рельсовый путь от Минска до города-спутника. Путь начинается в Минске с Накопителя 1 инфобусов и заканчивается Накопителем 2 инфобусов в городе-спутнике. Между началом и концом трассы расположено k промежуточных остановок. На рисунке 4 изображена схема однокольного рельсового пути. Трасса пути отгорожена от полос движения автомобилей ограждением.

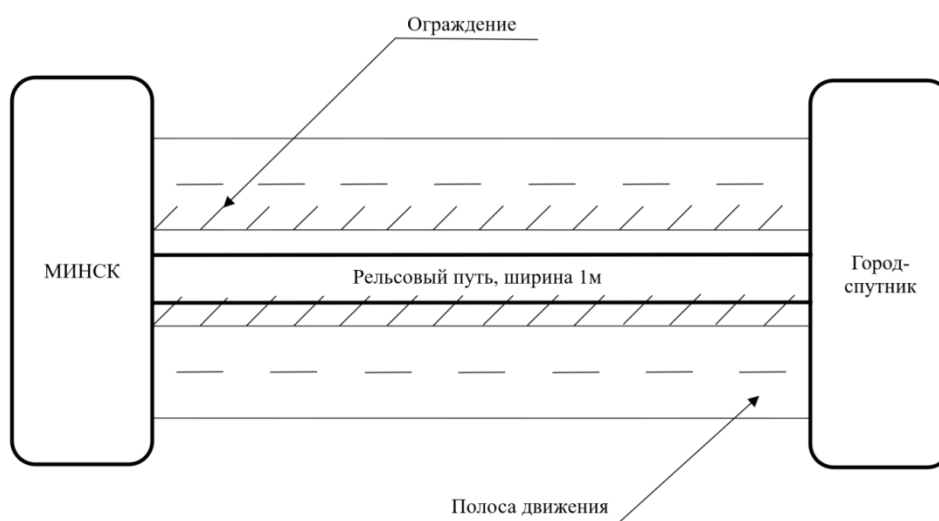


Рисунок 4 – Схема кассетно-конвейерной линии

Кассетность, конвейерность, синхронизированность и высокая алгоритмизированность процессов позволяют данной транспортной системе достичь параметров метро, а по некоторым позициям превзойти их. Представлена сравнительная таблица, в которой приведены основные технические и эксплуатационные характеристики традиционного скоростного и суперскоростного трамвая [4; 5] (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика суперскоростного и скоростного трамвая

Скоростной трамвай	Суперскоростной трамвай	Преимущества
Система функционирует при управлении человеком	Система функционирует при полном отсутствии человека	Высокий уровень безопасности движения. Сокращение числа ДТП, травм и смертей. Минимизируется негативное влияние человеческого фактора, который по статистике является причиной почти 80 % ДТП

Нет единого контура управления	Система беспилотный суперскоростной трамвай увязана единым контуром управления	Единая система управления обеспечивает оптимальный режим эксплуатации без простоев и неэффективного использования транспортных средств
Система слабо адаптирована к пассажиропотоку	Система максимально адаптирована к пассажиропотоку	Система работает по требованию пассажира на обслуживание и перевозку с минимальным временем ответа на запрос
Общественный транспорт	Сочетает в себе признаки личного и общественного транспорта	Высокая провозная способность, минимальное время на ожидание транспорта
Выделенная полоса в общем потоке движения транспорта	Выделенная специально оборудованная полоса	Эффективное использование пропускной способности дорог. Оптимальный скоростной режим существенно сократит дорожные заторы
Работает по графику	Работает по ежедневно 24 ч	Высокие потребительские качества
Средняя скорость движения 25–30 км/ч	Высокая средняя скорость движения 60–90 км/ч	Увеличение провозной способности системы в 1,5 раза. Сокращение времени поездки пассажира
Средняя провозная способность 25 тыс. пассажиров в час	Высокая провозная способность 33.3 тыс. пасс в час	Высокая степень удовлетворения потребностей населения в перевозках
Высокий уровень изнашиваемости механических частей транспорта	Низкий уровень изнашиваемости механических частей транспорта	Сокращение эксплуатационных затрат
Высокий уровень расхода электроэнергии на километр пути	Низкий уровень расхода электроэнергии на километр пути	Экономия электроэнергии
Наличие водителя трамвая	Отсутствие водителя	Экономия на заработной плате водителя

Во всем мире идет процесс ренессанса трамвая. Разрабатываются новые скоростные трамвайные линии в передовых странах Европы (LRT). Обычный трамвай становится скоростным путем отделения линии его движения от других участников дорожного движения, а также за счет удлинения перегонов между остановками. Последнее ухудшает транспортную доступность остановочного пункта для пассажира. С появлением концепции суперскоростного трамвая на принципах новой транспортной технологии кассетно-конвейерных городских скоростных пассажирских перевозок становится возможным впервые в мире, реализовать суперскоростную трамвайную систему – новый тип LRT. Такая транспортная система в 80 % случаев может исключить строительство дорогого метро, так как имеет высокую провозную способность, приближающуюся к метро. В рамках данной работы предстояла задача проанализировать пригодность связи городов-спутников с Минском для проектирования высокотехнологичной суперскоростной рельсовой трассы на базе инновационной технологии кассетно-конвейерной перевозки пассажиров. В заключение, анализ показывает, что проектирование высокотехнологичной рельсовой трассы на базе кассетно-конвейерной перевозки между Минском и его спутниками имеет высокий потенциал для решения существующих транспортных проблем, улучшения качества жизни и создания устойчивой городской среды.

Список использованных источников

1. Шуть, В.Н. Интеллектуальные робототехнические транспортные системы / В.Н. Шуть, Л. Персия. – Брест : БрГТУ, 2017. – 230 с.
2. Шуть, В.Н. Кассетно-конвейерная технология скоростных систем городских перевозок / В.Н. Шуть, Е.В. Швецова. – Брест : БрГТУ, 2023. – 207 с.
3. Шуть, В.Н. Городской автоматический транспорт / В.Н. Шуть // Транспорт Урала. – 2022. – № 1 (72). – С. 3–7.
4. Shuts, V. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport / V. Shuts // Transport and Telecommunication. – 2011. – Vol. 12, No. 4. – P. 52–60.
5. Shviatsova, A. The Intellectual Transport with Divisible Parts / A. Shviatsova, V. Shuts // Society 5.0: Human-Centered Society Challenges and Solutions. – Cham : Springer, 2022. – Vol. 416. – P. 265–274.