

УДК 656.2

Т. А. ВЛАСЮК, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В АГЛОМЕРАЦИИ

Рассматриваются проектные аспекты организации железнодорожного сообщения между городом-центром и прилегающим городом-спутником в агломерации. Обоснована необходимость интеграции железнодорожного транспорта с другими видами пассажирского транспорта для обеспечения рационального транспортного обслуживания населения в агломерации. Предложено комбинированное использование железных дорог и других видов транспорта таким образом, чтобы каждая система дополняла другую, максимально реализуя свои преимущества и компенсируя недостатки альтернативных видов сообщения. Показано, что частые и регулярные рейсы региональных поездов (в том числе рельсовых автобусов) сокращают время ожидания пассажиров, а современное техническое оснащение станций и остановочных пунктов снижает общее время поездки. Отмечена успешная мировая и отечественная практика по эффективному интегрированию транспортных сетей, связывающих ядро агломерации с поясом спутников через железнодорожные узлы, которые функционируют как пересадочные маршрутизаторы пассажиропотоков.

Введение. Мировой и отечественный опыт развития железнодорожного транспорта в качестве обслуживающей сферы крупных городов показывает, что железные дороги способны стать эффективной средой, обеспечивающей связи агломераций через интеграционные сети с другими видами транспорта, в которых железнодорожные станции и узлы являются маршрутизаторами приема и передачи пассажиропотоков. При этом необходимо учесть, что по оценкам исследователей, рациональная загрузка железнодорожной инфраструктуры в агломерации должна составлять не менее 60–80 % пропускной способности, что достигается при динамичном взаимодействии железной дороги с другими видами транспорта, взаимно перераспределяющими нагрузку и обеспечивающими высокий уровень обслуживания пассажиров на всем протяжении их мультимодальной поездки. Широкий диапазон такого важного оценочного параметра эффективности транспортной системы указывает на тесную связь с другими видами транспорта, динамичное взаимодействие с которыми предполагает взаимное колебание нагрузки отдельных подсистем. Следует отметить, что переориентация потока пассажиров на автотранспорт приводит к снижению качества транспортного обслуживания из-за увеличения продолжительности поездок потому, что потерянный пассажиропоток изначально тяготеет к полигону, обслуживаемому железнодорожным транспортом (например, посещаемые культурно-исторические центры и святыни в своем большинстве находятся в городах, имеющих железнодорожное сообщение с удобным расписанием региональных поездов). Поэтому такой пассажиропоток целесообразно переориентировать обратно в зону тяготения железнодорожного транспорта, что возможно при использовании пассажироориентированного подхода с корректным планированием объемов региональных пассажирских перевозок, дифференцированных по характеру совершаемых поездок.

Постановка задачи. Эффективное использование железнодорожного транспорта между крупным городом и примыкающей зоной тяготения города-спутника становится возможным только при интеграции с другими видами транспорта. При этом важно определить

такой комбинированный вариант применения железнодорожного и городских видов транспорта, когда будут максимально реализовываться преимущества каждого из них. Например, частые и регулярные рейсы рельсовых автобусов и поездов, особенно в часы пик, позволят минимизировать время ожидания пассажиров или достаточное техническое оснащение остановочных, а также раздельных пунктов железнодорожного транспорта в городах и их спутниках минимизирует время поездки пассажиров, а интеграция с метрополитеном, трамваями и автобусами обеспечит удобные и малозатратные пересадки. В связи с этим рассмотрение вопросов проектного характера, имеющих отношение к расчёту мощности путевого развития и технического оснащения устройств железнодорожного транспорта, обеспечивающих рациональное транспортное обслуживание пассажиров, является актуальным направлением исследования.

Основная часть. Железнодорожный транспорт исторически играет ключевую роль в перевозке пассажиров между городом и пригородами, что обусловлено его высокой провозной способностью. Для крупных городов железная дорога нередко служит «каркасом» транспортной системы агломерации, связывающим отдаленные населенные пункты с центром. Освоение железнодорожным транспортом городских и региональных перевозок для жителей агломерации означает высокую ритмичность в обслуживании, доступность транспортной услуги и доступность по стоимости. Так, в Республике Беларусь в 2010-х годах был реализован проект организации городских линий железной дороги в Минской агломерации, который наглядно продемонстрировал эффективность данного подхода. Однако необходимо отметить, что эффективность железнодорожного сообщения проявляется полностью только при условии его интеграции с другими видами транспорта и при соответствующем развитии инфраструктуры.

В связи с вышеизложенным выполним анализ инфраструктуры железнодорожного транспорта города-центра и его спутника(-ов) по обеспечению рационального транспортного обслуживания региональных пассажиров. Следовательно, для реализации

эффективного железнодорожного сообщения между городом-центром и городом-спутником требуется соответствующим образом развитая инфраструктура путевого хозяйства и станционных объектов.

Во-первых, необходимо обеспечить достаточную пропускную способность путей. Если существующая однопутная линия не справляется с увеличением количества поездов, может потребоваться ее расширение (второй путь, обгонные участки) или организация диспетчеризации, позволяющей минимизировать встречные задержки. Проектирование путевого развития базируется на прогнозируемых объемах перевозок: число пар поездов в часы пик, требуемое минимальное время следования и интервал движения. Например, при организации городских линий в Минской агломерации Белорусская железная дорога модернизировала ряд перегонов, оснастив их современными системами сигнализации и связи для повышения скорости и безопасности движения. Технологическое обновление включало устранение пересечений в одном уровне с автомобильными дорогами (где это возможно), усиление энергообеспечения для электро-подвижного состава и строительство новых платформ в перспективных точках остановок (таких, как о. п. Заречное в Смолевичах, открытый для обслуживания жителей развивающегося спутника).

Необходимо отметить, что по причинам плотной застройки железнодорожные станции не могут инфраструктурно развиваться на исторически наследуемых площадях, и проведенными исследованиями доказываются целесообразность проведения этапных мер по поддержке оптимизированного уровня загрузки станционных устройств, удовлетворяющего качеству транспортного обслуживания пассажиров с распределением избыточных потоков по коллатеральным (параллельным) каналам, которыми являются существующие или вновь сооружаемые остановочные пункты в точках потенциального завершения поездок (торговые, развлекательные, административные центры, деловые кварталы, спальные районы), в пересадочных узлах других видов транспорта, на перехватывающих парковках. В определенных случаях возможно увеличение пропускной способности существующих пассажирских станций за счет более активного использования третьего измерения (надземных и подземных площадей) и формирования комбинативных образований транспортного обслуживания в зонах паркингов, торговых центров, офисов и жилых зданий.

Во-вторых, техническое оснащение станций и остановочных пунктов играет значительную роль в привлечении пассажиров. Станции должны быть оборудованы всем необходимым для быстрого и комфортного обслуживания: высокими посадочными платформами (исключая необходимость подниматься в вагон по лестнице), навесами и залами ожидания, системами звукового и визуального оповещения о прибытии поездов, автоматизированными кассами или валидаторами для покупки билета. Освещение, безопасность (видеонаблюдение) и навигационные указатели также являются обязательными элементами современной железнодорожной станции.

Достаточное техническое оснащение остановочных пунктов существенно сокращает время дополнительного ожидания и обслуживания, тем самым снижая общее время поездки пассажира. Например, наличие нескольких входов/выходов (вестибюлей) на крупных пересадочных узлах уменьшает дистанцию пешего перехода при пересадке. В Москве на МЦК (Московском центральном кольце) планируется открытие новых дополнительных вестибюлей на ряде станций, чтобы сократить время пересадки на метро и другие линии. Также продуманное расположение остановочных пунктов относительно жилых районов влияет на привлекательность железной дороги: если платформа отстоит далеко от районов притяжения, то часть потенциальных пассажиров предпочтет более близкий вид транспорта. Поэтому при проектировании новых линий или модернизации старых особое внимание уделяется выбору места для станций в городе-спутнике – желательно в центре населенного пункта или рядом с крупными жилыми массивами и объектами притяжения (учебными заведениями, предприятиями, торговыми центрами и т. д.).

Следование принципу «один вид транспорта на всю поездку» позволяет минимизировать количество пересадок пассажиров, обеспечивая максимальный комфорт. Анализ мирового опыта городского транспортного обслуживания показывает, что использование рельсового транспорта (железная дорога, метро, трамвай) позволяет обеспечить потребности не менее 75 % пассажиров в пригородных поездках до пунктов назначения при одной пересадке. При этом плотность сети рельсового транспорта в городе должна быть не менее 2,5 км/км². В таких случаях возникает устойчивый вектор тяготения пассажиропотока и на полигоне связи «метрополия – спутник» с формированием транспортно-связных городских агломераций. Активный периметр возрастающего потока на железнодорожном транспорте наблюдается до уровня компенсирующего воздействия автомобильного, который становится регулятором качества транспортного обслуживания.

Размещение железнодорожной станции в центре агломерации (городе-ядре) должно учитывать такие факторы, как близость к деловым районам и центрам пересадок. Интеграция пассажирской станции в городскую ткань способствует оптимизации используемого городского пространства, в котором такие инфраструктурные объекты, как перехватывающие парковки, паркинги, торговые центры, офисы и жилые здания органично соседствуют с зонами отдыха, зелеными насаждениями и малыми архитектурными формами.

Исследования показали, что эффективность использования железнодорожного транспорта в городской агломерации существенно возрастает при проектировании прямых железнодорожных маршрутов, непосредственно соединяющих пригород или город-спутник с мультимодальными пересадочными узлами. Предпочтение пассажирами железнодорожного транспорта оказывается уверенно прогнозируемым, если предоставлять пассажиру не меньшую стоимость билета на конкурентном виде транспорта, а обеспечить более удобную связь железнодорожного с рельсо-

вым видом транспорта, минимизирующую или исключаящую ожидания.

Изучение истории развития городов и их транспортного обеспечения показывает, что количество и регулярность поездок, совершаемых между городом-ядром и городом-спутником, существенно возрастает за относительно короткий промежуток времени в условиях роста технопарков, индустриального и научного кластера в городах-спутниках, ухудшающейся

экологии в крупных городах, с формированием региональных торговых, развлекательных, культурных, спортивных и социальных центров.

Устройства для обслуживания пассажиров, пользующихся услугами железнодорожного транспорта в городах-спутниках, могут ограничиваться остановочными пунктами (конструктив А), пассажирскими районами промежуточных станций (конструктив В) или развиваться до уровня зонных станций (конструктив С) (таблица 1).

Таблица 1 – Мощность обустройств для обслуживания пассажиров в городах-спутниках

Тип конструктива транспортного обслуживания	Мощность пассажиропотока, пас/сут		Количество поездов в сутки		Инфраструктура остановочного или раздельного пункта на участке	
	летом	зимой	летом	зимой	однопутном	двухпутном
Конструктив А (остановочный пункт)	До 800	До 500	До 5	Менее 3		
Конструктив В (промежуточная станция)	До 1500	До 800	Не менее 6	До 5		
Конструктив С (зонная станция)	До 3000	До 1500	До 10	Не менее 6		

Характерной особенностью использования пассажирских устройств конструктива С является 90–95 % погашения пассажиропотока в городе-спутнике. Наличие технологических тупиков на зонной станции определяется необходимостью ночного отстоя подвижного состава, который требуется оставлять в городе-спутнике, если обеспечивается населённость утренних рейсов не менее 50 % (6-, 9- и 12-вагонные составы летом и 3-вагонный зимой).

Установлена эмпирическая зависимость между величиной пассажиропотока на участке город-ядро – город-спутник и количеством постоянно проживающих в последнем (рисунок 1).

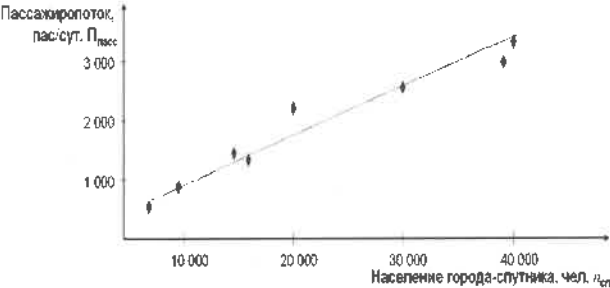


Рисунок 1 – Статистические данные по размерам региональных пассажиропотоков и населению городов-спутников в Республике Беларусь (летние месяцы 2023 года)

Параметры расстояний до метрополии и число жителей, проживающих в ней, не являются взаимозависимыми в искомой функции, так как на протяжении ряда лет объективно происходит определенное согласованное выравнивание значений переменных $P_{пас}$ и $n_{сп}$ по экономическим, экологическим и другим объективным условиям и предпочтениям пассажиров. Выполненные исследования показали необходимость разделения городских агломераций на муниципальные и мегаполисные, характеризующиеся различными закономерностями своего образования и развития. Цен-

трами муниципальных городских агломераций в Республике Беларусь являются, как правило, областные центры, которые формируют однопорядковые по значениям параметров показатели расстояний до городов-спутников, числу жителей, величин обслуживаемых пассажиропотоков, транспортных нагрузок, факторных влияний. Минская агломерация, относимая к мегаполисным, кластерно обособлена от муниципальных и качественно отличается по всем сравниваемым позициям (рисунок 2).

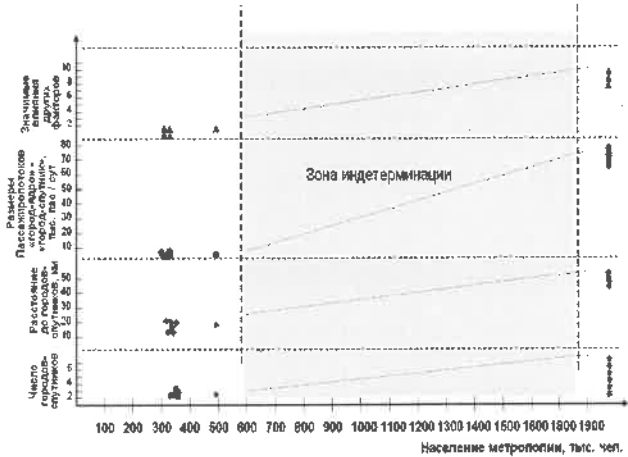


Рисунок 2 – Муниципальные и мегаполисные агломерации в Республике Беларусь

Отсутствие в Беларуси городов с населением в диапазоне 600 тыс. – 1,5 млн человек не позволяет получить соответствующую сравнительную базу по оцениваемым параметрам. Однако несмотря на существующую зону индетерминации, следует указать на наличие в мегаполисной агломерации новых признаков, отсутствующих в муниципальных (использование метрополитена как связующего вида транспорта метрополии, развитие специализированной пассажирской станции с полным комплексом устройств не

только для обслуживания пассажиров, но и пассажирского подвижного состава).

Нормами проектирования пассажирских устройств СССР было рекомендовано сооружение метрополитена в городах с населением свыше 1 млн человек. Однако мировая практика показывает, что метрополитен сооружается и в городах численностью 600 тыс. человек населения (г. Доха), и до 500 тыс. жителей (Тулуза, Нюрнберг). Метрополитен является важным видом транспорта, активно влияющим на развитие городской агломерации. В последние годы он выходит на удаленные спальные районы мегаполисов и города-спутники (проекты развития Московского метрополитена на Мытищи, Люберцы, Балашиху; реализованный маршрут из Гуанчжоу в Фошань, Китай). В Республике Беларусь проводятся комплексные проектно-экономические изыскания по разработке эффективных вариантов выхода Минского метрополитена на города-спутники (рисунок 3).



Рисунок 3 – Перспективное развитие линий Минского метрополитена в пригородных зонах агломерации

Опыт зарубежных железных дорог доказывает целесообразность использования скоростных и высокоскоростных магистралей для обслуживания пригородных пассажиров. В Объединенных Арабских Эмиратах между городами Абу-Даби и Дубаем (расстояние 139 км) запроектированы 5 железнодорожных станций в административных границах этих городов, включая аэропорт в Абу-Даби.

Таким образом, муниципальные и мегаполисные агломерации следует изучать как специфические и самостоятельные структуры, имеющие свои закономерности в формировании и развитии. Муниципальные агломерации могут выходить на уровень мегаполисных после достижения объемов пассажирского движения по примыкающим пригородным направлениям более 50 000–75 000 пассажиров в сутки.

Немаловажными компонентами инфраструктуры являются подвижной состав и подвижные единицы. Эксплуатация городских железнодорожных линий предъявляет особые требования к поездам: им необходимо обладать высокой динамикой разгона и торможения для сокращения интервалов между остановками, вмещать значительное число пассажиров при сохранении комфортных условий, а также быть надежными и экономичными в интенсивном режиме работы. Опыт Беларуси показывает успех привлечения современных электропоездов *Stadler Flirt* на городские линии Минска –

эти составы рассчитаны на 555 мест и оборудованы для быстрых посадок (несколько широких дверей, низкий пол), имеют сквозной проход и кондиционирование, что существенно повысило привлекательность железнодорожных перевозок. Высокое ускорение и плавность хода данных поездов позволяют поддерживать скорость сообщения, не жертвуя комфортабельностью.

Таким образом, техническое перевооружение подвижного состава напрямую связано с инфраструктурой: новые поезда требуют соответствующих по высоте и длине платформ, современного электроснабжения, однако взамен дают увеличение провозной способности и качества сервиса.

Помимо вышеизложенного необходимо отметить интеграцию железнодорожной инфраструктуры с другими видами транспорта, как единой, скоординированной системы, в которой региональные поезда, городские поезда (электрички) и городские виды транспорта (метро, автобусы, трамваи) дополняют друг друга. Практические шаги для достижения интеграции включают организацию удобных транспортно-пересадочных узлов, согласование расписаний, унификацию тарифов и внедрение единых проездных билетов, а также информационную связность систем. При этом транспортно-пересадочные узлы (ТПУ) играют роль «маршрутизаторов» пассажиропотоков в интегрированной сети. Железнодорожные станции, расположенные в городе-ядре, должны быть оборудованы пересадочными контурами на другие виды транспорта: переходами на станции метро, автостанции, трамвайные остановки, парковками *park-and-ride* для автовладельцев. В Минске примерами таких узлов являются станции Минск-Пассажирский, Минск-Восточный, Минск-Северный и остановочный пункт Институт культуры, где сходятся маршруты поездов городских линий и городского пассажирского транспорта. В этих пунктах обеспечено наиболее близкое расположение пассажирских платформ разных видов транспорта, что в сочетании с синхронизированным расписанием позволяет пассажирам совершать пересадки с минимальной потерей времени.

Согласованность расписаний также является важнейшим элементом интеграции. Частота движения поездов должна быть согласована с графиком работы городского транспорта и суточными колебаниями спроса. В часы пик целесообразно минимизировать интервалы между отправлениями электропоездов, что снижает время ожидания на платформах и делает поезд привлекательным для регулярных поездок на работу или учебу. Там, где пассажиропоток недостаточно велик для частого движения длинносоставных электропоездов, могут применяться рельсовые автобусы (легкие дизель- или электропоезда малой вместимости), позволяющие экономично увеличить частоту рейсов. Зарубежный опыт показывает, что высокая частота движения и надежность расписания – критические факторы успеха пригородного железнодорожного сообщения в конкурентной борьбе с личным автомобилем. Например, в системах *S-Bahn* в Германии и *RER* во Франции поезда ходят с малым интервалом и встроены в общую маршрутно-кассовую систему мегаполиса, благодаря чему для пассажира

поездка на электричке практически не отличается от поездки на метро по удобству и простоте пересадок. В типичной европейской агломерации действуют единые проездные билеты, позволяющие свободно пересестись с пригородного поезда на городской транспорт, а железнодорожные станции спроектированы как многофункциональные хабы с обменом потоками между различными линиями и видами транспорта. Такая многогранная интеграция стимулирует население пользоваться общественным транспортом и снижает нагрузку на дорожную сеть.

Еще одним важным аспектом интеграции являются единая тарифная система и информация, объединяющие платежные системы и навигацию. Так, если билет действителен как в электричке, так и в метро или автобусе, пассажир воспринимает всю систему как единое целое и планирует маршрут исходя из оптимального времени, не беспокоясь о дополнительной плате за пересадку. Информационные сервисы (мобильные приложения, табло) должны охватывать все виды транспорта и давать пассажиру целостную картину маршрута. Технически это требует координации между разными перевозчиками и транспортными ведомствами, но выгоды выражаются в росте пассажиропотока и более равномерном распределении нагрузки между транспортными системами агломерации.

Интеграция также подразумевает решение проблемы «последней мили» – доставки пассажира от станции в городе-спутнике до дома или работы, если железнодорожная платформа находится не в пешей доступности. Здесь на помощь приходят автобусы малой вместимости, городские маршруты, а также организация парковок для индивидуального транспорта около станций в пригороде. Мировой опыт показывает, что эффективность пригородного железнодорожного сообщения резко повышается, если на всем протяжении пути (от двери до двери) общественный транспорт обеспечивает выигрыш по времени и комфорту. Так, эксперты отмечают, что городская электричка будет пользоваться спросом, если время в пути от района в городе-спутнике до центра города как минимум на 20 % меньше, чем при поездке на альтернативном транспорте, при условии наличия достаточного пассажиропотока – не менее ~1000 человек в час в часы пик. Иными словами, пассажир должен ощутимо экономить время благодаря скоростному сегменту поездки по железной дороге; тогда даже с учетом пересадок такой вариант становится предпочтительным.

В интегрированной системе нагрузка на разные виды транспорта динамически перераспределяется. Например, в межпиковое время снижение интенсивности движения поездов может компенсироваться автобусными шаттлами, а при всплеске пригородного пассажиропотока (начало рабочей смены, массовые мероприятия) именно железная дорога берет на себя основную массу перевозок. Важным условием является то, чтобы резерв пропускной способности железнодорожной линии использовался рационально. Недопустимо, чтобы дорогая инфраструктура пустовала: при избыточно редком расписании или слабой загрузке поездов вложения не окупаются. С другой стороны, перегрузка

линии выше оптимального уровня снижает надежность и регулярность (возникают задержки, сбои). Поэтому целевой коэффициент использования провозной способности линии в агломерации должен быть высоким, но не запредельным – оценки специалистов указывают на диапазон порядка 60–80 % как наилучший баланс эффективности и устойчивости работы системы. Достижение такой загрузки возможно при условии сопряженного планирования всех видов транспорта и гибкого реагирования на изменение спроса в разных направлениях агломерации.

Выполненный анализ показал, что в крупнейших мегаполисах мира давно осознана необходимость интеграции пригородного железнодорожного сообщения с системой городского транспорта. Классическими примерами служат системы *S-Bahn* в городах Германии (Берлин, Мюнхен, Франкфурт и др.), *RER* в Париже, *Overground* в Лондоне, пригородные диаметры в Токио и Нью-Йорке. Эти системы, несмотря на различия, объединяет общая черта: они являются частью единой сети. В них пригородные поезда ходят часто и по четкому расписанию, делая остановки на ключевых узлах, где можно пересестись на городской транспорт или на другие линии. Пересадочность заложена в саму структуру системы: например, в Париже линии *RER* проходят через центр города под землей, имея пересадки на десятки станций метро; в Берлине сеть *S-Bahn* дополняет метро (*U-Bahn*) и трамваи, образуя единую маршрутную паутину с множеством узловых точек. За счет этого железная дорога берет на себя значительную часть внутригородских перевозок: так, берлинский *S-Bahn* обеспечивает перевозки по коридору, соединяющему центр с окраинами, фактически работая в режиме метрополитена в черте города. Другой пример – агломерация Рейн-Рур в Германии, где сеть *S-Bahn* соединяет несколько городов и пригородов в единую систему общественного транспорта региона. В этих случаях железнодорожные станции выполняют роль крупных пересадочных узлов, а единые тарифы и координированные расписания обеспечивают бесперебойность мультимодальных поездок.

Следует отметить, что интеграция требует значительных инвестиций и организационных усилий. В ряде городов (например, Стокгольм, Сидней) принята концепция «часового пояса доступности»: считается, что жилые зоны, из которых можно добраться до центра города на общественном транспорте примерно за один час, являются оптимальными для маятниковой миграции. Железная дорога зачастую становится основой для формирования именно таких зон – скоростные электрички позволяют ежедневно ездить на работу за 40–60 минут в один конец. Увеличение скорости сообщения расширяет географию агломерации. Как отмечают специалисты, радиус агломерации напрямую зависит от скорости перевозок: повышение скорости поездов или внедрение высокоскоростных линий делает возможным включение более отдаленных спутников в «ежедневный» город. Именно поэтому многие страны инвестируют в развитие пригородных экспрессов, электричек и региональных поездов, которые дополняют городские перевозки.

Заключение. Развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта между городом-ядром и городом-спутником является стратегической задачей для устойчивого развития городских агломераций. Проведенный анализ показывает, что железнодорожный транспорт способен обеспечить рациональное, быстрое и массовое перевозочное сообщение между крупным городом и его спутниковой зоной при условии тесной интеграции с другими видами транспорта. Комбинированное применение железнодорожного и городского транспорта позволяет максимизировать преимущества каждого из них: высокая скорость и вместимость поездов дополняется гибкостью и доступностью городских маршрутов, что в сумме обеспечивает пассажирам оптимальный по времени и комфорту поезд.

Для достижения данной цели необходимо соблюдать ряд принципов.

Во-первых, планирование транспортной системы агломерации должно вестись комплексно: железнодорожная инфраструктура, сеть автобусных и трамвайных линий, метро и другие виды сообщения должны рассматриваться как элементы единого организма.

Во-вторых, требуется развитие путевого хозяйства и станций железной дороги до уровня, обеспечивающего необходимую пропускную способность и удобство пассажиров – это включает как физическое строительство путей и платформ, так и оснащение их современными технологиями обслуживания.

В-третьих, организационные меры – согласование расписаний, создание пересадочных узлов, единая система оплаты проезда – являются тем «цементом», который соединяет разрозненные маршруты в единую сеть. Мировой и белорусский опыт убеждают, что игнорирование любого из этих компонентов ведет к снижению эффективности всей системы.

В Республике Беларусь накоплены позитивные результаты по интеграции железнодорожного транспорта в обслуживание Минской агломерации, и намечены планы дальнейшего развития (строительство скоростных линий к городам-спутникам, повышение частоты рейсов, улучшение пересадочной инфраструктуры). Реализация этих мер позволит достичь рациональной загрузки железнодорожной сети на уровне, близком к оптимальному, и создаст условия для комфортного передвижения жителей как города-ядра, так и городов-спутников. Интегрированная транспортная система агломерации в перспективе станет залогом сбалансированного роста городов, снижения транспортных издержек населения и повышения качества городской среды в целом.

Список литературы

- 1 Власюк, Т. А. Моделирование взаимодействия железнодорожного и автомобильного транспорта по обслуживанию пассажиропотоков в крупных городах / Т. А. Власюк. – ВИНТИ. – 2013. – № 7. – С. 54–60.
- 2 Власюк Т. А. Анализ эффективности пассажирской транспортной системы Минской агломерации / Т. А. Власюк, А. А. Михальченко / Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2014. – № 1 – С. 68–72.
- 3 Власюк, Т. А. Транспортное обслуживание городов-спутников в Минской городской агломерации / Т. А. Власюк // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2014. – № 2. – С. 53–59.
- 4 Спутники стали ближе // Железнодорожник Белоруссии. – URL: <http://xpress.by/2021/09/11/sputniki-stali-blizhe/> (дата обращения: 28.04.2023).
- 5 S-Bahn // Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/S-Bahn> (дата обращения: 28.04.2023).
- 6 Российская Академия транспорта : [сайт]. – URL: http://rosacademtrans.ru/trans_week1/ (дата обращения: 28.04.2023).
- 7 Инвест-Формат : [сайт]. – URL: <https://www.if24.ru/minsk-goroda-sputniki/> (дата обращения: 28.04.2023).

Получено 02.05.2025

T. A. Vlasuk. Features of development of railway transport infrastructure in the agglomeration.

The article discusses the design aspects of railway connections in an agglomeration between a central city and an adjacent satellite city. It substantiates the need to integrate railway transport with other modes of passenger transportation to ensure efficient transportation services for the population in the agglomeration. The article proposes a combined use of railways and other modes of transportation, ensuring that each system complements the other, maximizing its advantages and compensating for the disadvantages of alternative modes of transportation. It has been shown that frequent and regular regional train services (including rail buses) reduce passenger waiting times, and modern technical equipment at stations and stops reduces the overall travel time. The article highlights successful global and domestic practices (including those in the Republic of Belarus) for effectively integrating transport networks that connect the core of an agglomeration with a belt of satellites through railway hubs that function as transfer routers for passenger flows.