

АДАПТАЦИЯ МЕТОДА ОРГАНИЗАЦИИ ПАССАЖИРОПОТОКОВ ДЛЯ КРУПНЫХ АГЛОМЕРАЦИЙ

Проанализированы особенности пассажиропотоков и организации пассажирских перевозок в агломерациях-миллионерах. Предложены варианты применения метода организации пассажиропотоков для решения практических задач в крупных транспортных узлах.



Е.В. Копылова

Ключевые слова: пассажиропоток, оптимизация, модель, динамическое согласование, организация пассажиропотоков

По различным статистическим данным на настоящее время в Российской Федерации 16 городов-миллионеров с населением свыше 1 млн человек, и около 22 агломераций-миллионеров, ряд которых образован городами с численностью населения менее 1 млн человек. В последние годы разница между городом-миллионером и агломерацией стала менее заметна благодаря созданию единого транспортного комплекса, обеспечивающего перевозки в пригородном, пригородно-городском и внутригородском сообщении. Например, Московский метрополитен расширяется далеко за пределы МКАДа, а внутригородские перевозки железнодорожным транспортом помимо Москвы осуществляются уже в 12 городах России, разработаны планы по реализации проекта «городская электричка» еще в 14 городах. Перед железнодорожным транспортом в агломерациях ставятся новые задачи по освоению различных сегментов не только пригородных, но и пригородно-городских и городских пассажиропотоков. Однако пропускные способности железнодорожной магистральной, станционной и пассажирской инфраструктуры ограничены. Для рациона-

лизации их использования применяют технологические и технические методы.

Технологические методы требуют меньших затрат и заключаются в совершенствовании перевозочного процесса (оптимизация использования подвижного состава и объектов инфраструктуры), в том числе с помощью методов, основанных на организации пассажиропотоков, описанные в работах [1;2]. В указанных работах представлена организация одноструйного и многоструйного (состоящего из нескольких сегментов) пассажиропотока с помощью метода динамического согласования на примере Нижегородской агломерации, пиковые пассажиропотоки в утренние часы в которой не превышают 5000 человек на одном направлении. Поэтому модель при любых исходных данных предлагала в качестве решения перераспределение пассажиропотока во времени в зависимости от заданного критерия оптимизации, чтобы повысить эффективность использования инфраструктуры и подвижного состава при соблюдении требований пассажиров к качеству и условиям поездки. Например, на рис. 1 приведен результат организации пассажиро-

Копылова Екатерина Витальевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы» Института управления и цифровых технологий Российского университета транспорта (МИИТ) (ИУЦТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте, логистика пассажирских перевозок. Автор более 30 научных работ.

потока на участке Гороховец — Нижний Новгород, заключающийся в корректировке ритмов отправления пассажиров со станций участка при запрете возникновения очередей на головной станции, то есть при равномерной ритмичной работе инфраструктуры станции назначения и отсутствии проблем в пропуске пассажиров по территории расположенного на ней вокзального комплекса.

Аналогичные решения предлагались и для многоструйного пассажиропотока. Однако при близком к максимальному насыщении пропускной способности участка такие методы не будут эффективны. Это можно наблюдать практически на каждом железнодорожном направлении в Московском и Санкт-Петербургском транспортных узлах в пиковые часы. Для снижения или распределения нагрузки на инфраструктуру модель предложит перенести время отправления пассажиров на более ранние и/или более

поздние периоды, что уже не устроит пассажиров. В агломерациях-миллионерах более 90 % поездок пассажиров в утренние и вечерние часы жестко привязаны ко времени, поэтому «вынести» их из пикового периода невозможно.

Когда в пиковые периоды нет возможности организовать пассажиропоток на имеющейся инфраструктуре, то это значит, что речь идет уже о предельных пиковых пассажиропотоках, когда резервы существующей пропускной способности линий, станций, остановочных пунктов и пассажирских обустройств исчерпаны. То есть исчерпаны технологические способы совершенствования перевозочного процесса, поэтому для дальнейшего развития транспортного комплекса в случае максимальной насыщенности пропускных способностей возникает вопрос поиска путей развития инфраструктуры. Появляется необходимость использования технических способов радио-

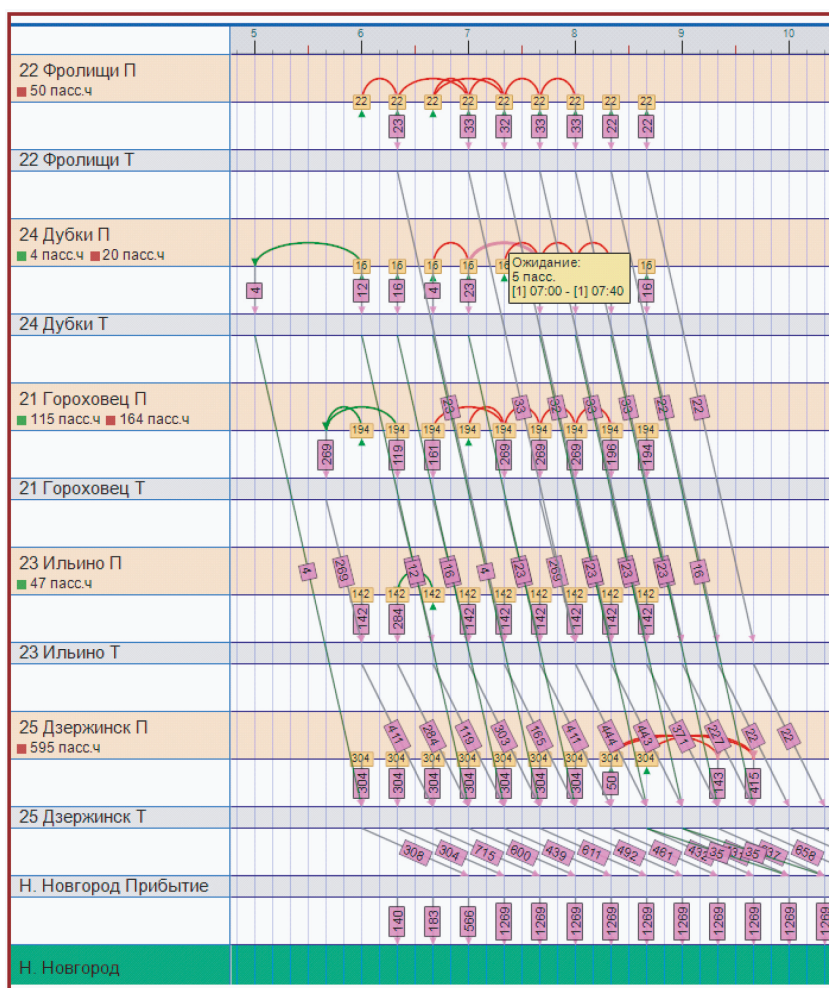


Рис. 1. Пример организации пассажиропотока

нализации перевозочного процесса (проектирование и строительство инфраструктурных объектов, приобретение нового подвижного состава и т.д.), которые являются более капиталоемкими по сравнению с технологическими.

В этом случае вопрос организации пассажиропотоков приобретает новый смысл и значение модели для практики возрастает многократно. Основанная на методе динамического согласования модель организации пассажиропотоков позволяет при любых исходных данных и для любого критерия получить оптимальное решение. Расчетная модель, созданная для конкретного существующего направления (рис. 2), может быть трансформирована в перспективную расчетную модель с учетом предполагаемых инфраструктурных и технологических изменений в транспортной системе агломерации.

Поскольку в модели для каждой станции задаются различные характеристики, а для каждого участка и перегона задается время хода, пропускная способность, стоимость, то эти параметры могут быть

изменены в модели с учетом введения в эксплуатацию новых объектов инфраструктуры, например, за счет строительства дополнительного главного пути увеличена пропускная способность перегонов. Также возможно дополнить модель новыми участками маршрутов, новыми станциями/остановочными пунктами, которые планируется спроектировать.

Таким образом, с помощью модели можно заранее, еще до этапа детальной проработки и проектирования, оценить организацию пассажиропотоков в случае принятия тех или иных решений по развитию инфраструктуры. Модель позволит до выполнения строительных работ выявить «узкие места», которые могут появиться после реализации мероприятий по строительству, и сказать не повлекут ли они за собой развитие магистральной и/или станционной инфраструктуры, необходимость развития вокзальной инфраструктуры и пассажирских устройств. А главное, можно будет увидеть, насколько предлагаемые мероприятия повлияют на качество транспортного обслуживания пассажиров: не возникнут ли очереди

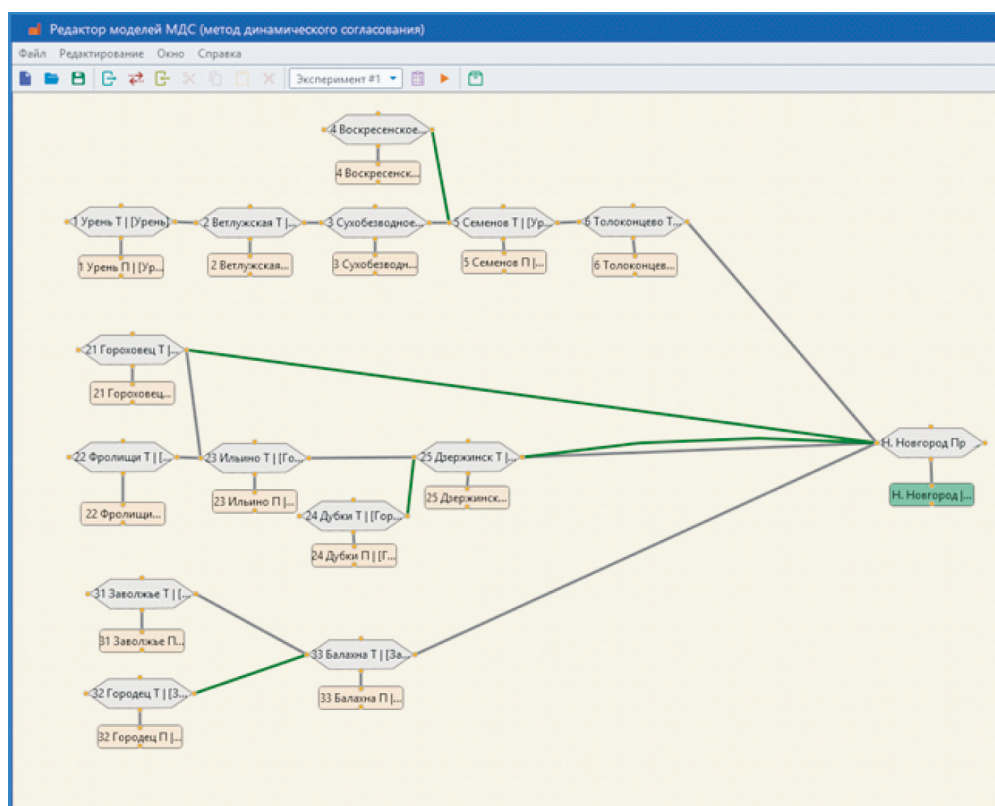


Рис. 2. Схема маршрутов пригородных перевозок в Нижегородской агломерации:

— линии маршрутов пригородных поездов;
— линии автобусных маршрутов

на пассажирских платформах, у турникетов, не будет ли дополнительного ожидания пассажирами пригородного поезда в пунктах отправления и т.д. Модель позволяет выполнить организацию пассажиропотоков на еще не спроектированной инфраструктуре и технологически оценить перспективные решения без серьезных вложений финансовых средств.

При проектировании дополнительных главных путей на участках для поездов отдельных категорий, обслуживающих определенный сегмент пассажиропотока, необходимо использовать метод организации многоструйного пассажиропотока. Одним из ярких примеров было строительство дополнительных путей для скорых пригородных поездов на участке Москва—Крюково. Такими поездами пользуются пассажиры, готовые платить дороже за поездку с повышенным комфортом и с большей скоростью. С помощью многопродуктовой модели заранее можно организовать многоструйный пассажиропоток, а также оценить технологическую эффективность предполагаемых мероприятий, в том числе скорректировать их перечень еще на этапе проектирования.

Необходимо учесть, что организация пассажиропотока заключается не только в корректировке времени отправления и прибытия пассажиров, но и в перераспределении пассажиров между видами транспорта. На рис. 2 показаны железнодорожные и автобусные маршруты, связывающие станции и остановочные пункты пригородных участков с головной станцией. Таким образом, при организации пассажиропотока приоритет может отдаваться тому или иному виду транспорта на параллельных маршрутах. Моделирование можно выполнить для существующих или для перспективных маршрутов, чтобы оценить степень влияния ввода параллельных автобусных маршрутов на работу железнодорожного транспорта. Можно рассмотреть возможность и последствия переключения на автотранспорт одного или нескольких конкретных сегментов пассажиропотока с помощью многопродуктовой модели.

Модель позволяет увидеть возможность организации пассажиропотоков не только с учетом параллельных маршрутов железнодорожного и автомобильного транспорта, но и с учетом маршрутов подвоза пассажиров автотранспортом к железнодорожным станциям и остановочным пунктам. На рис. 2 представлены три маршрута подвоза автотранспортом: Городец—Балахна, Дубки—Дзержинск, Воскресенск—Семенов. В данном случае применение метода организации пассажиропотоков позволяет оценить и при необходимости скорректировать комплексные проекты по развитию мультимодальных пассажирских перевозок на отдельных логистических маршрутах или

в целом в агломерации. Метод организации пассажиропотоков также применим для установления транспортного баланса в регионах при разработке комплексных планов транспортного обслуживания населения, поскольку в сравнении со всеми действующими и согласованными региональными властями методиками, он позволяет получить оптимальные решения при любых данных, изменяемых в динамике.

Еще одним важным преимуществом применения метода динамического согласования для организации пассажиропотоков в городских агломерациях могут стать периодические мультимодальные перевозки, организуемые железнодорожным и автомобильным транспортом в периоды предоставления ремонтных «окон» на железнодорожном транспорте. Для этого в модель необходимо внести корректировки. Железнодорожные станции, ограничивающие участок «окна», будут отражены не только как станции зарождения пассажиропотока, но и как станции прибытия (пересадки). Будет изменена динамика пассажиропотока на этих станциях с учетом пересаживающихся пассажиров. На участке «окна» будет снижена пропускная способность и продолжительность поездки пассажира с учетом того, что перевозку будут выполнять компенсационные автобусы. Организация пассажиропотока, основанная на методе динамического согласования, в эти особые временные зоны имеет важное значение не только для обеспечения эффективности использования транспортной инфраструктуры, но и для повышения качества обслуживания пассажиров, поскольку позволит избежать на практике задержек, очередей и других сбоев. В настоящий момент при назначении компенсационных маршрутов и составлении интегрированных графиков движения транспортных средств не используются оптимизационные модели.

В агломерациях с развитой сетью линий метрополитена, в городе-ядре, организация пассажиропотока также может включать в себя моделирование пересадок пассажиров между пригородными поездами и поездами метрополитена в транспортно-пересадочных узлах по участку следования электропоездов (не только на головных станциях железнодорожных линий). Можно смоделировать, как в каждом отдельном случае будет организован пассажиропоток, регулируя «стоимость» на дугах между станциями в модели.

В Московском транспортном узле, где проблема организации пассажиропотока всегда стояла особо остро, она решалась аналитически и с практической проверкой предлагаемых мероприятий. Примером может служить станция Выхино, где пассажиропоток пытались регулировать путем изменения режима

остановок как пригородных поездов, так и поездов метрополитена. В настоящий момент для организации пассажиропотока стали применять и ценовые методы: с начала ноября 2020 года на Таганско-Краснопресненской линии метрополитена введены скидки на проезд до 50% с момента начала работы станций до 07:15 и с 08:45 до 09:15. Реализовывать такие мероприятия на практике без предварительного моделирования не очень эффективно, потому что не понятно, к каким последствиям они могут привести с точки зрения изменения пассажиропотоков и их влияния на работу других станций и линий метрополитена.

Необходимо отметить, что в настоящее время пассажиропоток в особо крупных агломерациях и мегаполисах самоорганизовывается под влиянием внешних факторов (расписаний движения транспортных средств различных видов транспорта, стоимости проезда и пр.). Современные технические средства и информационные технологии позволяют собирать, накапливать, обрабатывать и хранить бесконечно большой объем информации о пассажирах. Обладая такими данными и данными о технико-технологиче-

ских возможностях транспорта, организовывать пассажиропоток можно как на уровне отдельных перевозчиков, так и целых городов, агломераций и регионов. При этом в зависимости от размеров и параметров пассажиропотоков необходимо ставить различные цели их организации и использовать метод динамического согласования для однородного или многоструйного пассажиропотока.

Организация пассажиропотока, основанная на методе динамического согласования, позволяет решать оптимизационные задачи как при реализации технологических, так и технических методов совершенствования транспортного обслуживания пассажиров в агломерациях, включая особо крупные агломерации и агломерации-миллионеры (рис. 3).

Организация пассажиропотоков, основанная на методе динамического согласования, позволяет соблюдать требования пассажиров к качеству транспортного обслуживания (комфортная поездка в нужное время без очередей и задержек), что существенно повышает клиентоориентированность и оптимизирует работу транспорта по освоению пассажиропотоков. 



Рис. 3. Сферы применения метода динамического согласования для организации пассажиропотоков в городских агломерациях

Литература

1. Козлов, П.А. Технология организации пригородного пассажиропотока/ П.А. Козлов, Е.В. Копылова, О.В. Осокин // Вестник РГУПС. —2019. —№3. —С. 109—117.
2. Козлов, П.А. Проблема организации пригородного пассажиропотока/ П.А. Козлов, О.В. Осокин, Е.В. Копылова// Транспорт Урала. —2019. —№4 (63). —С. 28—32.
3. Козлов, П.А. Динамическое согласование в системе «Производство-транспорт-потребление»/ П.А. Козлов, Н.А. Тушин, Е.В. Копылова //Транспорт Урала. —2018. —№4 (59). —С. 3—6.
4. Белянкин, А.Ю. Оценка целесообразности формирования логистических систем обслуживания пассажиров/ А.Ю. Белянкин, С.П. Вакуленко, Е.В. Копылова// Мир транспорта. —2015. —№2(57). —С. 122—128.
5. Вакуленко, С.П. Логистика пассажирских перевозок: особенности и основные понятия/ С.П. Вакуленко, Е.В. Копылова// Мир транспорта. —2015. —№3 (58). —С. 32—36.
6. Пазойский, Ю.О. Оптимизация параметров системы освоения пригородных пассажиропотоков в условиях мегаполиса: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.08./ Юрий Ошарович Пазойский; —М.: МИИТ, 2000.
7. Виноградова, Ю.Ю. Вероятностное моделирование пассажиропотоков при проведении крупных спортивных соревнований // Ю.Ю. Виноградова, Ю.И. Палагин, И.Ю. Пиликина // Транспорт: наука, техника управление, Москва. —2018. —№6. —С. 38—41.
8. Вакуленко, С.П. Стохастическая модель расчета зонных размеров движения пригородных поездов// С.П. Вакуленко // Транспорт: наука, техника, управление (Научный информационный сборник). —Москва: ВИНТИ РАН. —2003. —№11. —С. 7—10.
9. Вакуленко, С.П. Маркетинг и планирование в сфере пригородных пассажирских перевозок/ С.П. Вакуленко, С.А. Калинин // Транспорт: наука, техника, управление (Научный информационный сборник). —Москва: ВИНТИ РАН. —2005. —№11. —С. 17—19.