

УДК 656.224

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИГОРОДНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СООБЩЕНИЯ КАЗАНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ: ПЕРЕХОД К ДИАМЕТРАЛЬНОЙ МОДЕЛИ.

Сапегин В.А.¹

студент,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия

Аннотация

Статья посвящена проблеме неэффективности существующей радиальной модели пригородных перевозок в условиях постоянного роста населения Казанской агломерации. Анализируется текущая система, сходящаяся к вокзалу Казань-1, которая из-за своего терминального характера и наличия инфраструктурных «узких мест» не способна обеспечить современные требования к скорости и удобству. В качестве решения предлагается переход к диаметральной схеме движения по трем сквозным маршрутам: «Северному», «Южному» и «Аэропортовскому». Обосновывается, что внедрение модели позволит создать ключевые беспересадочные связи между западным, восточным и южным направлениями, повысить частоту движения и интегрировать железную дорогу в единую транспортную систему города.

Ключевые слова: Казанская агломерация, диаметральные маршруты, городская электричка, организация движения, транспортная модель.

TRANSFORMATION OF THE SUBURBAN RAILWAY SERVICE IN THE KAZAN AGGLOMERATION: A TRANSITION TO A DIAMETRAL MODEL

¹Научный руководитель - к.т.н., доцент РУТ (МИИТ) Евреенова Н.Ю.
under the scientific supervision of N.Yu. Evreenova, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor at the RUT (MIIT).

Sapegin V.A.

student,

Russian University of Transport (MIIT),

Moscow, Russia

Abstract

The article addresses the problem of the inefficiency of the existing radial model for suburban transportation amidst the continuous population growth of the Kazan agglomeration. It analyzes the current system, which converges at the Kazan-1 railway station, and which, due to its terminal nature and infrastructural bottlenecks, is unable to meet modern demands for speed and convenience. As a solution, a transition to a diametral service model is proposed, based on three through-running routes: the "Northern," "Southern," and "Airport" lines. The paper argues that the implementation of this model will create crucial direct links between the western, eastern, and southern corridors, increase service frequency, and integrate the railway into the city's unified transport system.

Keywords: Kazan agglomeration, diametral routes, urban train, service planning, transport model.

Казанская агломерация, как один из крупнейших экономических центров России, испытывает постоянно растущую нагрузку на транспортную систему. По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат), за 2024 год население Казани увеличилось с 1 318 604 до 1 329 825 жителей, что демонстрирует годовой рост на 0,9% – темп, сопоставимый с московским [8]. Такая динамика требует пересмотра подходов к развитию транспортной инфраструктуры. Казанская агломерация, включающая, помимо города-ядра, пять муниципальных районов (Зеленодольский, Высокогорский, Пестречинский, Лаишевский и Верхнеуслонский), является сложным

пространственным образованием, развитие которого напрямую зависит от эффективности транспортных связей [5].

Существующая модель пригородных железнодорожных перевозок, основанная на радиальных маршрутах, сходящихся к центральному вокзалу Казань-1, не отвечает современным требованиям. Пассажиры, следующие транзитом, вынуждены совершать пересадки, что увеличивает время в пути и снижает привлекательность транспорта. Такой подход характерен для начальных, малозатратных этапов создания городских железнодорожных систем, однако он не позволяет сформировать полноценный и удобный сервис [2]. Переход от радиальной к диаметральной схеме является общемировой практикой, успешно реализованной в Москве (МЦД), Париже (RER) и Берлине (S-Bahn).

Целью данной работы является разработка модели организации движения по диаметральным маршрутам в Казанской агломерации. Задачи исследования включают: анализ текущей системы и её инфраструктурных ограничений, предложение новой конфигурации маршрутов, а также определение рациональных интервалов движения.

Текущая система пригородных перевозок в Казани характеризуется рядом системных недостатков, которые препятствуют её эффективной интеграции в городскую транспортную сеть.

Ключевой особенностью существующей системы является её преимущественно терминальный характер, приводящий к разрыву сквозных маршрутов и разделению пассажирских потоков. Это означает, что транзитные пассажиры вынуждены прерывать свою поездку для совершения пересадки. Как видно из схемы (Рисунок 1), основной узел пригородного сообщения – станция Казань-1 (Пассажирская), где большинство маршрутов завершается, требуя оборота составов и перегрузая вокзальную инфраструктуру. При этом через северный ход и станцию Восстание-Пассажирская организован транзитный пропуск 6 пар поездов в сутки, согласно данным ОАО «РЖД» [7].

Однако это составляет лишь малую долю от общего трафика и не формирует полноценной системы диаметрального движения. В результате, для большинства пассажиров системная сквозная связь между тремя ключевыми направлениями агломерации – западным (Зеленодольск), восточным (Арск) и южным (Аэропорт) – отсутствует, что и является главным недостатком текущей модели.



Рис.1 – Схема и интенсивность движения (суточная парность) пригородных поездов в Казанской агломерации (составлено автором)

Другим недостатком является неэффективное использование инфраструктуры. Наложение железнодорожных линий на карту города (Рисунок 2) показывает, что инфраструктура уже проходит через ключевые жилые массивы и деловые районы. Однако её потенциал не реализуется в полной мере из-за отсутствия системных сквозных маршрутов.

К этому добавляются инфраструктурные ограничения. Ключевыми "бутылочными горлышками", лимитирующими пропускную способность, являются однопутные участки. В частности, на участке Вахитово – Аэропорт наличие одного пути не позволяет организовать движение чаще, чем раз в 30-40

минут в одном направлении из-за необходимости скрещения поездов. Также однопутным является участок Казань-1 – Дербышки (южное полукольцо). Такие ограничения пропускной способности не позволяют обеспечить интенсивное и предсказуемое движение, которое является основой для современных систем городской электрички [2; 10]. При этом выбор рационального интервала движения является ключевой задачей, поскольку он должен обеспечивать баланс между комфортом для пассажира, не желающего подстраиваться под расписание, и эксплуатационными затратами перевозчика [9].

Эти факторы обуславливают необходимость перехода к диаметральной модели, которая позволит оптимизировать использование подвижного состава и создать новые беспересадочные связи, превратив разрозненные виды транспорта в единую, бесшовную сеть [1]. Такой подход согласуется с общей стратегией развития пригородно-городских пассажирских компаний (ПГПК), направленной на интеграцию рельсового транспорта в транспортные каркасы крупных городов и агломераций [6].

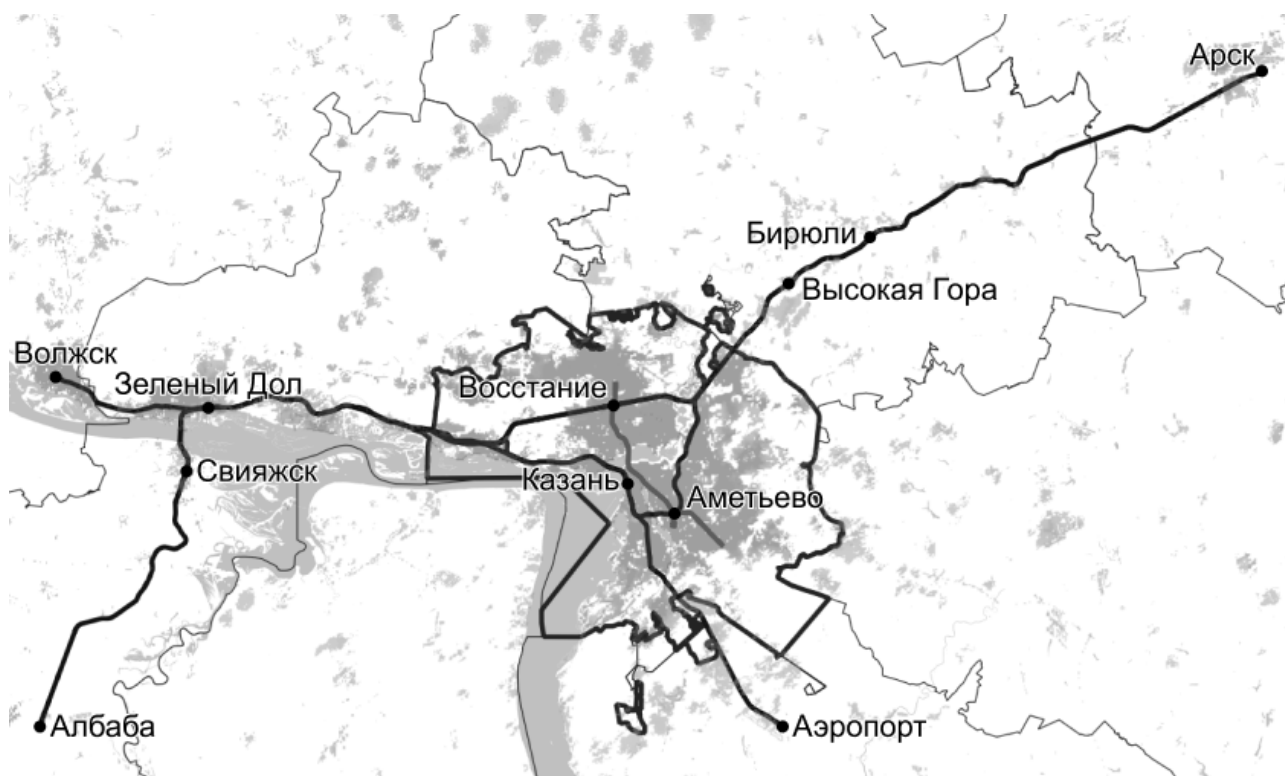


Рис.2 – Схема линий скоростного внеуличного транспорта Казанской агломерации, наложенная на карту плотности населения (составлено автором)

Предлагается внедрение трех сквозных диаметральных маршрутов, использующих существующую инфраструктуру. Интервалы движения определены как компромисс между прогнозируемым спросом и действующими инфраструктурными ограничениями.

Первый маршрут – D1: "Северный диаметр" (Свияжск – Арск/Высокая Гора). Его трассировка пролегает по маршруту Свияжск ↔ Юдино ↔ Восстание-Пассажирская (Казань-2) → Дербышки → Арск. Обоснование и оптимизация этого маршрута заключается в том, что он проходит по полностью двухпутному северному обходу Казани. Однако станция Арск значительно удалена от Казани, что увеличивает время оборота и требует большего количества подвижного состава. В связи с этим представляется целесообразным на первом этапе организовать оборот большинства поездов по более близким к городу станциям, таким как Бирюли или Высокая Гора.

Экономическая и операционная целесообразность этого шага может быть обоснована расчетом требуемого количества подвижного состава. Количество составов (N), необходимое для обслуживания маршрута, определяется по формуле:

$$N = \frac{T_{\text{оборот}}}{I},$$

где $T_{\text{оборот}}$ – полное время оборота состава по маршруту (время в пути в обе стороны + время на оборот поезда на конечных);

I – заданный интервал движения.

Произведем сравнительный расчет для пикового интервала ($I = 60$ мин). Важно подчеркнуть, что такой часовой интервал, используемый для первоначальной оценки, является вынужденным компромиссом на начальном этапе. Исследования [9] показывают, что для сохранения конкурентоспособности железнодорожного транспорта предельный интервал

для маятниковых поездок средней дальности не должен превышать 30 минут. Таким образом, расчет с интервалом в 60 минут демонстрирует лишь минимально возможный уровень сервиса при текущих ограничениях, а не целевой показатель.

Маршрут Свияжск – Арск:

- Примерное время в пути в одну сторону: ~135 минут [7];
- Время на оборот на конечных станциях: ~15 минут;

$$T_{\text{оборот}} = 135 * 2 + 15 * 2 = 300 \text{ минут};$$

$$N = \frac{300}{60} = 5 \text{ составов.}$$

Маршрут Свияжск – Высокая Гора:

- Примерное время в пути в одну сторону: ~85 минут [7];
- Время на оборот на конечных станциях: ~15 минут;

$$T_{\text{оборот}} = 85 * 2 + 15 * 2 = 200 \text{ минут};$$

$$N = \frac{200}{60} = 3,33 \text{ составов. Требуется 4 состава.}$$

Таким образом, организация оборота части поездов по более близкой станции позволяет сэкономить один полный состав, сохраняя при этом часовой интервал на наиболее востребованном участке агломерации. Это не только снижает операционные расходы, но и высвобождает подвижной состав для резерва или усиления других направлений. При этом станция Высокая Гора в настоящее время не приспособлена для оборота, что потребует сооружения высокой пассажирской платформы у приемо-отправочного пути. Для организации движения предлагается установить базовый интервал 2 часа, который в утренние и вечерние часы пик (7:00–9:00 и 17:00–19:00) сокращается до 1 часа.

Второй маршрут – D2: "Южный диаметр" (Свияжск – Арск/Высокая Гора). Его трассировка следует по пути Свияжск ↔ Юдино ↔ Казань-1 (Пассажирская) ↔ Вахитово ↔ Аметьево ↔ Компрессорный ↔ Дербышки ↔

Арск. В качестве обоснования и оптимизации стоит отметить, что этот маршрут дублирует северный диаметр по конечным точкам, но проходит через исторический центр города (Казань-1) и южное полукольцо, обеспечивая транспортную доступность для центральных и густонаселенных юго-восточных районов Казани. Главным ограничением является однопутный участок Вахитово – Дербышки. Как и для Северного диаметра, конечной станцией для большинства рейсов может быть выбрана станция Бирюли или Высокая Гора для повышения операционной эффективности. Организация движения предполагает график, аналогичный Северному диаметру: базовый интервал 2 часа, с сокращением до 1 часа в пиковые периоды. При этом важно не просто обеспечить заданный интервал, но и стремиться к равномерному расположению поездов в графике, чтобы избежать образования «волн» пассажиропотока, когда одни поезда идут переполненными, а другие – с избытком свободных мест, что снижает общее качество сервиса [4]. Более того, для эффективного управления графиками и оптимизации оборота составов в подобных системах необходимо внедрение комплексных автоматизированных систем, что является одной из ключевых задач при модернизации пригородного комплекса [6].

Третий маршрут – D3: "Аэропортовский диаметр" (Свияжск – Аэропорт). Трассировка данного диаметра: Свияжск ↔ Юдино ↔ Казань-1 (Пассажирская) ↔ Вахитово ↔ Аэропорт. Маршрут связывает западную часть агломерации и центр города с международным аэропортом "Казань", однако его главным ограничением является однопутный участок Вахитово–Аэропорт. С учетом специфики аэропортового пассажиропотока, который может рассматриваться как «зона невыраженных потоков» по сравнению с маятниковой миграцией [3], предлагается установить фиксированный интервал 1,5 часа в течение всего дня, что обеспечит предсказуемость сервиса без избыточных затрат.

Внедрение предложенной модели позволит повысить частоту движения на общих участках. На участках Свияжск-Юдино и Дербышки-Арск/Высокая Гора частота движения всех трех диаметров суммируется, что в часы пик

обеспечит 2-3 поезда в час (интервал 20-30 минут). Также будут созданы новые беспересадочные связи, что кардинально улучшит транспортную доступность для жителей агломерации. Это позволит разгрузить станцию Казань-1 от части оборотных операций, перенеся транзитные потоки на станцию Восстание-Пассажирская (маршрут D1). Ключевым фактором успеха новой системы и её полноценной интеграции в городскую среду является создание единой тарифной системы и бесплатных пересадок. Включение диаметральных маршрутов в единую тарифную систему общественного транспорта Казани и введение возможности бесплатной пересадки между поездами диаметров и станциями метрополитена (на станциях Аметьево, Северный Вокзал) превратит разрозненные виды транспорта в единую, мультимодальную транспортную систему [1], где железнодорожный транспорт выступает связующим и организующим звеном.

В перспективе, при росте пассажиропотока, ключевым направлением для инвестиций должно стать строительство второго главного пути на участке Вахитово–Дербышки. Это позволит сократить интервалы на Южном диаметре (D2) до 30 минут, а в дальнейшем – до 15-20 минут, трансформируя систему в полноценное «наземное метро» [2; 10], которое, характеризуется не только сквозным движением, но и тактовым расписанием с короткими, предсказуемыми интервалами [9].

Переход от радиальной к диаметральной схеме движения является логичным и необходимым шагом для развития железнодорожного транспорта в Казанской агломерации. Предложенная модель, основанная на трех диаметральных маршрутах с рациональными интервалами движения и операционной оптимизацией, позволяет уже на первом этапе значительно улучшить организацию перевозок.

Дальнейшее развитие, включающее тарифную интеграцию и инвестиции в «узкие места», способно превратить казанскую городскую электричку в

современный и эффективный транспортный каркас всей агломерации, обеспечивая устойчивое развитие региона в целом [5; 10].

Библиографический список:

1. Вакуленко, С. П. Логистика пассажирских перевозок: особенности и основные понятия / С. П. Вакуленко, Е. В. Копылова. - Текст : непосредственный // Мир транспорта. - 2015. - № 3 (58). - С. 32 - 36.
2. Вакуленко, С. П. Организация транспортного сервиса на участках совмещённого движения / С. П. Вакуленко, А. В. Колин, Л. Р. Айсина. - Текст : непосредственный // Экономика железных дорог. - 2020. - № 1. - С. 54 - 60.
3. Вакуленко, С. П. Основные тенденции совершенствования системы обслуживания пригородных перевозок субурбанизированных и неурбанизированных агломераций / С. П. Вакуленко, Н. Ю. Евреенова. - Текст : непосредственный // Наука и техника транспорта. - 2024. - № 2. - С. 71 - 75.
4. Евреенова, Н. Ю. Совершенствование системы пропуска электропоездов на участках с интенсивным движением / Н. Ю. Евреенова, Д. Ю. Роменский, К. А. Калинин - Текст : непосредственный // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 1(81). – С. 88-96.
5. Закирова, Ю. А. Особенности градостроительного развития поселений городского типа в структуре Казанской агломерации / Ю. А. Закирова, А. Р. Сагдиев - Текст : непосредственный // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2022. - № 3(61). - С. 130 - 146.
6. Куренков, П. В. Научно-методические рекомендации по решению первоочередных задач для пассажирских перевозок в системе «город – пригород» / П. В. Куренков, Ю. Н. Дранченко, С. А. Волкова. - Текст : непосредственный // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. - 2016. - № 1. - С. 4-12.

7. Официальный сайт ОАО «РЖД». - Текст : электронный // : [сайт]. - URL: <https://www.rzd.ru> (дата обращения: 16.06.2025).
8. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). - Текст : электронный // : [сайт]. - URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 16.06.2025).
9. Роменский, Д. Ю. Обоснование величины потребного интервала между транспортными средствами в пригородно-городских пассажирских перевозках на примере работы железнодорожных диаметров / Д. Ю. Роменский, К. А. Калинин - Текст : непосредственный // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 3(47). – С. 81-88.
10. Сай, В. М. Этапы создания маршрута «Городская электричка» / В. М. Сай, Д. А. Брусянин. - Текст: непосредственный // Экономика железных дорог. - 2014. - № 12. - С. 68 – 78

Оригинальность 81%