

Сепарация смежных зон тяготения населения на полигоне пригородного сообщения



К. Е. Герасимчук,
старший преподаватель
кафедры «Станции,
узлы, грузовая работа»
Уральского государственного
университета путей
сообщения



О. Ю. Смирнова,
к. т. н., доцент кафедры
«Автомобильный транспорт,
строительные и дорожные
машины»
Тюменского индустриального
университета

В статье сформулированы основные положения полигонного подхода к организации пригородного пассажирского сообщения железнодорожным транспортом. Представлены результаты моделирования выбора пассажиром станции отправления в смежных зонах тяготения на полигоне пригородного сообщения. В качестве результирующего показателя предложена оценка удобства расположения и использования остановочного пункта для поездки пассажира из вторичного контура тяготения.

Социальное значение пригородным железнодорожным перевозкам придает гарантированное время в пути по расписанию, а в некоторых районах страны — безальтернативный способ добраться до регионального центра. Востребованность пригородных поездов подтверждает и статистика: по итогам 2018 года пассажирооборот в России увеличился по сравнению с предыдущим годом на 1,2 млрд пас.-км. Финансовые показатели пригородного сообщения весьма разнообразны, начиная от прибыли в столичных регионах до убытков на периферии. Существует мнение о том, что пассажирские перевозки всегда и во всех странах убыточные. Для повышения эффективности обслуживания населения необходимо детально изучать факторы, мотивы и предпочтения пассажиров из районов тяготения к определенным станциям, остановочным пунктам (ОП) пригородного сообщения.

Ранее выполненные научные работы по организации пригородного сообщения

направлены на выявление доминантных факторов с помощью регрессионного анализа при использовании ретроспективной информации, экспертного опроса или прямого анкетирования пассажиров. Исследования проводили в целом по стране, либо в рамках одной пригородной пассажирской компании без учета особенностей конкретных направлений и факторов скрытого спроса [1, 2].

Исследование «зон тяготения» пригородного пассажиропотока было выполнено в работах Н. В. Правдина, С. П. Вакуленко, Т. А. Власюк [3]. Разработана методика построения границ зоны тяготения, которая позволяет определить геометрию начертания. Показано, что зона максимального тяготения имеет первичный контур, а минимальная зона имеет вторичный контур. При этом смежные зоны с перекрытием принимались в расчетах с равной долей вероятности в максимальной зоне тяготения. Авторы считают, что необходимо продолжить исследования по определению вторичного контура тяготения населения к станциям и остановкам железнодорожного транспорта при условии синхронизации его с автобусным сообщением. В качестве научного подхода можно использовать полигонный подход, позволяющий учесть особенности маршрута массового пассажиропотока [4].

Основные положения полигонного подхода к организации пригородного сообщения

В работе приняты следующие определения:

Полигон пригородного сообщения — несвязная область на схеме сети железных дорог, содержащая некоторую совокупность железнодорожных станций, ОП и зону

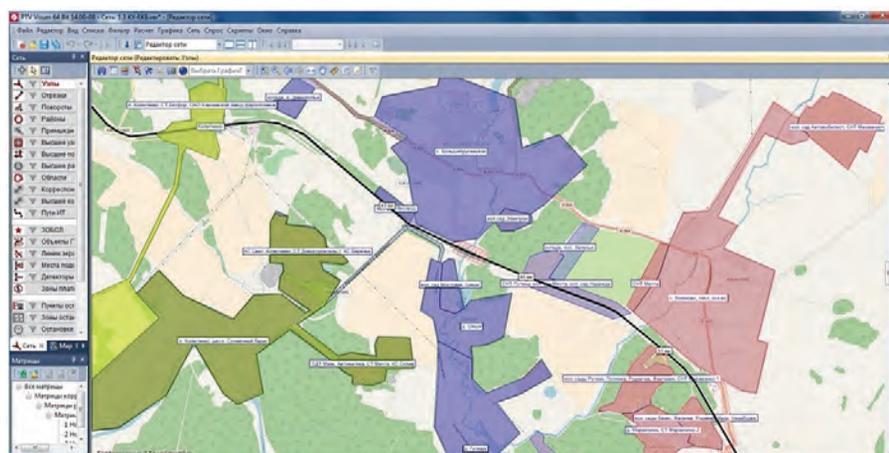


Рис. 1. Фрагмент полигона Екатеринбург – Каменск-Уральский по станции Колыуткино

тяготения, которая включает первичный, вторичный контуры.

Основной маршрут полигона пригородного сообщения — маршрут массового пассажиропотока с указанием начальной и конечной железнодорожной станций, на котором имеется технологическая возможность и/или осуществляется движение пригородных поездов.

Границы полигона пригородного сообщения — замкнутая ломанная линия, проходящая по границам населенных пунктов, жители которых активно пользуются поездами пригородного сообщения в первичном контуре зоны тяготения и могут ими пользоваться в случае синхронизации расписания с другим транспортом во вторичном контуре.

Под *первичным контуром зоны тяготения населения к станциям, ОП пригородного сообщения* понимается некоторая совокупность населенных пунктов, на территории или в шаговой доступности которых находятся железнодорожные станции, ОП.

Под *вторичным контуром зоны тяготения населения к станциям и ОП пригородного сообщения* понимается некоторая совокупность населенных пунктов, образующая контур, внутри которого пассажиры добираются до железнодорожной станции (остановки) пригородного сообщения на другом виде транспорта.

Смежная зона тяготения — зона перекрытия частей первичного или вторичного контуров подобными контурами соседних станций, ОП железнодорожного транспорта.

Основные положения полигонного подхода:

1. К рассмотрению принимается участок железной дороги, где наблюдается зарождение и затухание пассажиропотока (на железнодорожном и автомобильном транспорте) в пригородном сообщении вне зависимости от его региональной принадлежности по ретроспективным данным пассажиропотока. На основании этого определяется основной маршрут полигона.

2. На основном маршруте фиксируют станции и ОП пригородного сообщения и определяют первичный и вторичные контуры зоны тяготения к каждой из них, отдельно выделяя смежные зоны тяготения.

3. Выбранный для исследования основной маршрут полигона пригородного сообщения может быть разбит на несколько маршрутов второго уровня для более детального изучения (эффект масштабирования).

4. Расчет факторного пространства полигона пригородного сообщения исследуется на основании социально-экономических характеристик населения, его структуры в зоне тяготения к каждой станции и ОП пригородного сообщения.

Для исключения (уменьшения, нивелирования) смежных зон тяготения необходимо разработать механизм идентификации (соотнесения) таких территорий к каждой станции на полигоне, который в работе выполнен путем оценки удобства расположения и использования пассажирами двух и более станций.

Механизм идентификации и исключения смежных зон тяготения

При исследовании пригородного сообщения на определенном полигоне необходимо четко определить первичный и вторичный контуры зоны тяготения населения, для того чтобы проанализировать структуру обслуживаемого населения, цели их поездок и предпочтения. На втором этапе исследования выявлять факторы, влияющие на размер пассажиропотока. В случае если на полигоне существуют смежные зоны, вариантом решения может быть их уменьшение (нивелирование). Ситуация в смежной зоне характеризуется наличием выбора проезда до двух и нескольких станций, ОП пригородного сообщения. Необходимо выполнить процедуры разделения (сепарации) смежных зон тяготения путем определения того, как пассажир будет делать выбор станции, ОП посадки на пригородный поезд.

Логично предположить, что пассажир будет руководствоваться тем, где расположены станции (остановки) и насколько удобна (комфортна) будет поездка [5]. По мнению авторов, факторы, влияющие на выбор станции отправления можно отобрать из структурно-атрибутивной схемы, которая уже учитывает цели поездки [6].

Для формализации процедур оценки в ходе исследования использовали логико-лингвистическое моделирование [7]. Обоснование его применения сформулировано следующим образом:

1) не накоплен необходимый объем статистических данных по идентификации смежных зон вторичного контура

Шкала нечетких значений показателя «Оценка удобства расположения и использования остановочных пунктов для поездки из вторичного контура тяготения»

Границы термов	Моды	Название термина	Интерпретация
0,35 и ниже	0,2	Низкая	Станция расположена далеко от населенного пункта и неудобна для использования (переход через железнодорожные пути в одном уровне, рейсового автобуса нет, стоянки для автомашин нет). На платформе нет мест отдыха и укрытия от атмосферных осадков, посадка в поезд неудобна
0,2–0,5	0,35	Ниже среднего	Станция расположена далеко от населенного пункта и неудобна для использования (переход через железнодорожные пути в одном уровне, рейсового автобуса нет, есть неохраямая стоянка для автомашин). На остановке небольшое здание, посадка в поезд неудобна
0,35–0,65	0,5	Средняя	Проезд до станции не вызывает транспортной усталости. Выход к станции двухвариантный: через надземный открытый пешеходный мост и через железнодорожные пути в одном уровне. Из населенного пункта ходит рейсовый автобус, время прибытия которого не совпадает с временем отправления поезда. Здание вокзала достаточно комфортабельное
0,5–0,8	0,65	Выше среднего	Станция расположена близко к населенному пункту и удобна для использования (удобный переход на посадочную платформу, из населенного пункта ходит рейсовый автобус, прибытие которого согласовано с отправлением поезда: учтено время для приобретения билета и кратковременного отдыха). Здание вокзала достаточно комфортабельное
0,9 и выше	0,8	Высокая	Станция расположена близко к населенному пункту и удобна для использования (удобный переход на посадочную платформу, из населенного пункта ходит рейсовый автобус, прибытие которого согласовано с отправлением поезда, учтено время для приобретения билета и кратковременного отдыха, автобус делает остановку на привокзальной площади или в пешей доступности от станции отправления). Здание вокзала комфортабельное, имеются высокая платформа, информационное обслуживание и Wi-Fi

тяготения с учетом влияния различных факторов;

2) не для всех факторов, влияющих на механизм идентификации смежных зон вторичного контура тяготения, существует количественная шкала, так как не все они поддаются непосредственному измерению;

3) влияние большинства факторов характеризуется как неявное и нелинейное;

4) для проведения нужного количества натуральных экспериментов по идентификации смежных зон вторичного контура тяготения требуются значительные затраты;

5) использование лингвистических переменных позволяет переносить на строгий математический язык такие понятия, как «высокий», «низкий», согласно степени выраженности или проявления конкретных параметров; значения лингвистической переменной — слова, и комплексная оценка процедуры выбора пассажиром маршрута поездки также выступает как лингвистическая переменная, что упрощает обработку мнений эксперта при опросе.

Интерпретация итогового показателя «Оценка удобства расположения и использования ОП для поездки из вторичного контура тяготения» представлена в виде лингвистической переменной (таблица).

Далее при использовании структурно-атрибутивной схемы по трудовым целям поездки было выбрано пять существенных факторов, влияющих на выбор пассажиром ОП для пересадки на пригородный поезд. Разработаны оппозиционные шкалы и термины факторов, влияющих на выбор пассажиром станции посадки. После математической обработки матриц опроса экспертов получена модель оценки удобства расположения и использования ОП для поездки из вторичного контура тяготения (У):

$$Y = 0,46 - 0,028X_1 - 0,056X_2 + 0,056X_3 + 0,066X_4 - 0,084X_5,$$

где X_1 — удаленность станции ОП железнодорожного транспорта от населенного пункта в смежной зоне вторичного контура тяготения;

X_2 — удобство расписания на железнодорожном транспорте (максимальный интервал между рейсами);

X_3 — уровень комфорта на железнодорожных станциях, ОП для ожидания транспортных средств;

X_4 — уровень оснащенности пересадочного пункта;

X_5 — наполняемость (вместимость) транспортного средства, подвозящего пассажиров из зоны вторичного контура.

Экспериментальные исследования (фрагмент)

Полигон Екатеринбург – Каменск-Уральский включает в себя первичный контур тяготения: семь поселков, шесть садовых (СТ) и садово-дачных товариществ (СДТ) общей численностью населения 32,5 тыс. человек. Вторичный контур тяготения охватывает 27 деревень, 16 сел, 27 поселков, 112 садовых и садово-дачных товариществ общей численностью населения 37,5 тыс. человек. На полигоне имеются шесть смежных зон, включающих в себя 43 населенных пункта. Многовариантные поездки пассажиров к двум или более станциям пригородного сообщения возможны как в первичном, так во вторичном контуре зоны тяготения и в смежных зонах.

Рассмотрим смежную зону, включающую в себя следующие населенные пункты: с. Колюткино, ДП «Солнечный берег», СДТ «Маяк», СТ «Мечта», КС «Сплав», «Цвет», СТ «Домостроитель-1», КС «Березка». Колюткинский Для пересадки в пригородный поезд из этой зоны можно доехать до станции Колюткино и до ОП 47-й километр. Фрагмент полигона пригородного сообщения Екатеринбург – Каменск-Уральский по станции Колюткино, ОП 47-й километр, выполненный в программе PTV Visum, версия 14.00–08, представлен на рисунке.

Результаты использования логико-лингвистической модели для оценки удобства расположения и использования ОП в случае поездки из вторичного контура тяготения позволили все населенные пункты перевести в зону первичного контура ОП 47-й километр.

Аналогичные процедуры были выполнены по всем существующим смежным зонам на полигоне Екатеринбург – Каменск-Уральский. В результате все населенные пункты из смежных зон были перенесены в первичный и вторичный контуры, что позволяет оценить структуру и численные характеристики потенциальных пассажиров на каждой остановке по конкретному полигону. Такая процедура имеет характер масштабирования и послужит для более детального прогнозирования пассажиропотока в пригородном сообщении.

Таким образом, при использовании полигонного подхода в исследовании пригородного сообщения выявлен механизм идентификации и исключения зон смежного тяготения во вторичном контуре. Сепарация зон смежного тяготения населения проводится с помощью оценки удобства расположения и исполь-

зования (с точки зрения пассажира из зон смежного тяготения) станции или ОП как транспортно-пересадочного узла. Основные этапы механизма — идентификация факторов, влияющих на выбор пассажира станции отправления, их формализация; заполнение матриц продукционных правил; математическая обработка результатов; проверка адекватности модели.

На базе логико-лингвистической модели в нечетком факторном пространстве выявлена зависимость оценки удобства расположения и использования ОП для поездки из вторичного контура тяготения, представленная в виде аналитического выражения полиномиального типа. На полигоне пригородного сообщения Екатеринбург – Каменск-Уральский с использованием модели были выполнены расчеты, в результате которых все зоны смежного тяготения были идентифицированы и сепарированы. Натурные исследования и опросы пассажиров подтвердили адекватность расчетов. ■

Литература

1. Лякина М. А., Волкова Е. М., Сакович И. Л. Анализ макросреды функционирования пригородной пассажирской компании // Изв. Петерб. ун-та путей сообщения. 2015. № 2 (43). С. 123–128.
2. Сай В. М., Бруснянин Д. А. Оценка методом линейной сверстки частных критериев вариантов маршрутной сети пассажирских перевозок // Экон. жел. дорог. 2014. № 10. С. 63–72.
3. Правдин Н. В., Вакуленко С. П., Власть Т. А. Формирование пригородных пассажиропотоков на железнодорожном транспорте // Транспорт: наука, техн., управл. 2008. № 7. С. 17–27.
4. Смирнова О. Ю., Герасимчук К. Е. Полигонный подход к организации пригородных перевозок // Там же. 2018. № 5. С. 42–45.
5. Петров М. Б., Журавская М. А., Левченко М. А. Пути и возможности формирования дружественной сети регионального и городского общественного транспорта при создании ВСМ // Инновационный транспорт. 2016. № 4 (22). С. 3–8.
6. Смирнова О. Ю., Герасимчук К. Е. Подходы к анализу факторов, влияющих на пригородное сообщение // Вестн. Уральск. гос. ун-та путей сообщения. 2017. № 4 (50). С. 85–95.
7. Попов В. Д., Спесивцев А. В., Сухопаров А. И. Формализация экспертных знаний в виде логико-лингвистических моделей // Вестн. Российской академии сельскохозяйственных наук. — 2014. № 3. С. 10–13.