

УДК 656.072

Применение корреляционного анализа при определении факторов влияния на месячные объемы перевозок в пригородном сообщении

С. С. Смирнов, В. В. Костенко

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

Для цитирования: Смирнов С. С., Костенко В. В. Применение корреляционного анализа при определении факторов влияния на месячные объемы перевозок в пригородном сообщении // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2025. — Т. 22. — Вып. 1. — С. 19–31. DOI: 10.20295/1815-588X-2025-1-19-31

Аннотация

Цель: Организация пригородных железнодорожных перевозок требует учета сезонной неравномерности пассажиропотока. Ранее была обнаружена сильная корреляционная зависимость между величиной месячного пассажиропотока и среднемесячной температурой воздуха, но на некоторых направлениях связь значительно слабее, чем на других. Исследование выполнено с целью выявления причин слабой корреляционной связи на отдельных пригородных направлениях и уточнения области влияния погодных условий на месячные объемы перевозок. **Методы:** Исследования основаны на статистической отчетности субъектов пригородных перевозок: АО «Северо-Западная пригородная пассажирская компания» и ООО «Южная пригородная пассажирская компания». Месячные пассажиропотоки рассматривались в разрезе их возможности связи со среднемесячной температурой воздуха. Для обработки информации применены методы корреляционного анализа и средства MS Excel. Коэффициенты корреляции рассмотрены в комплексе с коэффициентами месячной неравномерности. **Результаты:** Установлена зависимость между силой корреляционной связи величины месячного пассажиропотока со среднемесячной температурой воздуха и диапазоном коэффициентов месячной неравномерности перевозок в течение года. Уточнена область применения корреляционной связи между среднемесячной температурой воздуха и месячной величиной пассажиропотока. Предложена классификация пригородных направлений в зависимости от фактора, оказывающего наибольшее влияние на объем перевозок. **Практическая значимость:** В целях прогнозирования описывать изменения пассажиропотоков правильнее меньшим числом факторов, так как ошибка прогноза будет меньшей. С этой целью направления классифицируются на «рабочие» и «рекреационные», так как для каждого из них следует выбирать разный набор факторов для составления прогнозных уравнений или моделей. Анализ корреляционной связи между среднемесячной температурой воздуха и месячной величиной пассажиропотока может быть полезен в случаях, где сложно определить тип направления исходя из географического расположения.

Ключевые слова: Неравномерность, пригородные перевозки, среднемесячная температура, маятниковая миграция, рекреационная зона, пассажиропоток, корреляционная зависимость.

Введение

Пригородные перевозки характеризуются сезонной неравномерностью [1, 2], но величина коэффициента неравномерности, определяемого как отношение месячного пассажиропотока к такой

же среднемесячной величине, для каждого направления разная и может сильно отличаться в одном железнодорожном узле.

В работе [3] выявлено, что на одном из направлений Московского железнодорожного узла име-

ется связь между месячной величиной пассажиропотока и среднемесячной температурой воздуха. В монографии [4] отмечено наличие такой связи и на направлениях Ленинградского железнодорожного узла. В статье [5] анализировались пассажиропотоки 2019 г. в Санкт-Петербургском железнодорожном узле, и наличие связи подтверждается, однако не на всех направлениях.

Для определения возможных причин слабой связи между месячной величиной пассажиропотока и среднемесячной температурой воздуха в данной статье проанализирована отчетность субъектов пригородных перевозок: АО «Северо-Западная пригородная пассажирская компания» и АО «Южная пригородная пассажирская компания». Анализ объемов пассажирских перевозок производился по шести направлениям Санкт-Петербургского железнодорожного узла с 2018 по 2023 г. и трем направлениям в пределах Крымского полуострова с 2021 по 2023 г.

Пассажиропотоки 2020 г. в работе не приняты к учету, так как их неравномерность обусловлена действием ограничений, введенных из-за пандемии COVID-19, что не является предметом исследования.

Неравномерность пассажиропотоков на исследуемых направлениях

Сезонная неравномерность определялась на следующих направлениях пригородного движения:

1. В пределах Санкт-Петербурга и Ленинградской области:
 - 1.1. Санкт-Петербург-Финляндский — Выборг.
 - 1.2. Санкт-Петербург-Финляндский — Приозерск.
 - 1.3. Санкт-Петербург-Финляндский — Мельничный Ручей.
 - 1.4. Санкт-Петербург-Финляндский — Белостров (через Сестрорецк).
 - 1.5. Санкт-Петербург-Витебский — Оредеж.
 - 1.6. Санкт-Петербург-Балтийский — Калище;

2. В пределах Крымского полуострова:

- 2.1. Симферополь-Пассажирский — Севастополь.
- 2.2. Симферополь-Пассажирский — Солёное Озеро.
- 2.3. Симферополь-Пассажирский — Евпатория-Курорт.

В табл. 1 приведены полученные значения коэффициентов неравномерности помесячно.

Направления Санкт-Петербургского железнодорожного узла подбирались так, чтобы их географическое расположение относительно рекреационных зон было отлично для каждого из направлений. В пределах Крымского полуострова направления подобраны исходя из величины пассажиропотока, а также из условия различного географического расположения относительно рекреационных зон.

Корреляция месячных пассажиропотоков со среднемесячной температурой воздуха

Для анализа пассажиропотоков среднемесячная температура воздуха принималась по фактическим данным для каждого месяца и года исследования в городах Санкт-Петербург, Саки, Симферополь и Севастополь.

Сила линейной связи между месячным пассажиропотоком и среднемесячной температурой воздуха характеризуется выборочным коэффициентом корреляции r . Чем ближе $|r|$ к 1, тем эта связь сильнее; чем ближе к 0, тем эта связь слабее. Значение r в данном случае определяется по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})(y_i - y_{cp})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - y_{cp})^2}}, \quad (1)$$

где t_i — среднемесячная температура в i -ом месяце;

t_{cp} — средняя величина среднемесячной температуры за период наблюдений;

Таблица. 1. Значения коэффициентов неравномерности на исследуемых направлениях

Направление*	Год	Месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Выборгское (1.1)	2018	0,68	0,66	0,72	0,80	1,23	1,27	1,44	1,38	1,19	1,04	0,82	0,78
	2019	0,69	0,66	0,74	0,83	1,12	1,38	1,38	1,38	1,15	1,01	0,85	0,81
	2021	0,63	0,62	0,76	0,85	1,09	1,45	1,49	1,31	1,14	1,07	0,81	0,79
	2022	0,66	0,57	0,77	0,82	1,11	1,38	1,48	1,47	1,07	1,06	0,84	0,76
	2023	0,67	0,66	0,74	0,85	1,12	1,32	1,40	1,45	1,25	0,97	0,82	0,75
Приозерское (1.2)	2018	0,66	0,67	0,70	0,77	1,21	1,29	1,50	1,41	1,22	1,04	0,78	0,75
	2019	0,70	0,71	0,74	0,82	1,16	1,46	1,39	1,34	1,16	0,98	0,78	0,76
	2021	0,62	0,65	0,76	0,84	1,06	1,50	1,61	1,27	1,13	1,02	0,76	0,80
	2022	0,66	0,61	0,77	0,81	1,10	1,40	1,50	1,47	1,09	1,02	0,81	0,76
	2023	0,67	0,67	0,75	0,82	1,13	1,34	1,38	1,41	1,24	0,98	0,81	0,79
Ириновское (1.3)	2018	0,82	0,87	0,93	1,01	1,16	1,02	0,96	0,98	1,04	1,17	1,04	1,02
	2019	0,82	0,91	0,98	1,05	1,06	1,08	1,00	0,97	1,02	1,12	0,98	0,99
	2021	0,68	0,80	0,97	1,06	1,02	1,18	1,02	1,00	1,07	1,14	0,97	1,10
	2022	0,77	0,76	1,01	1,04	1,07	1,14	1,01	1,00	1,07	1,11	1,02	1,00
	2023	0,76	0,78	0,98	1,05	1,10	1,08	1,00	1,01	1,07	1,11	1,05	1,02
Сестрорецкое (1.4)	2018	0,77	0,81	0,87	0,95	1,38	1,20	1,34	1,20	1,00	0,96	0,77	0,74
	2019	0,68	0,69	0,72	0,86	1,14	1,42	1,36	1,33	1,15	0,98	0,84	0,83
	2021	0,57	0,65	0,81	0,95	1,06	1,57	1,56	1,09	1,03	1,02	0,82	0,87
	2022	0,66	0,62	0,84	0,88	1,07	1,38	1,37	1,39	1,03	1,07	0,86	0,82
	2023	0,69	0,70	0,81	0,91	1,12	1,30	1,27	1,41	1,12	0,96	0,88	0,84
Витебское (1.5)	2018	0,78	0,82	0,87	0,93	1,18	1,11	1,08	1,06	1,10	1,20	0,94	0,94
	2019	0,77	0,79	0,88	0,96	1,08	1,16	1,09	1,04	1,09	1,15	1,00	1,00
	2021	0,67	0,76	0,93	1,00	1,05	1,16	1,07	1,04	1,13	1,17	0,93	1,09
	2022	0,75	0,70	0,95	0,97	1,05	1,13	1,06	1,05	1,13	1,23	1,01	0,97
	2023	0,78	0,79	0,93	0,95	1,09	1,12	1,08	1,07	1,12	1,09	1,02	0,96
Балтийское (1.6)	2018	0,76	0,80	0,88	0,94	1,12	1,04	1,02	1,02	1,10	1,24	1,05	1,02
	2019	0,76	0,82	0,92	0,98	1,06	1,09	1,01	1,00	1,10	1,16	1,04	1,04
	2021	0,64	0,76	0,95	1,04	1,04	1,16	1,06	1,03	1,14	1,15	0,96	1,06
	2022	0,72	0,69	0,95	1,01	1,06	1,14	1,08	1,08	1,11	1,13	1,02	1,00
	2023	0,76	0,77	0,93	0,94	1,05	1,09	1,06	1,07	1,16	1,12	1,05	1,00
Севастопольское (2.1)	2021	0,66	0,64	0,81	0,92	1,07	1,05	1,25	1,43	1,33	1,13	0,82	0,90
	2022	0,77	0,60	0,75	0,89	1,05	1,06	1,24	1,26	1,18	1,16	1,06	0,99
	2023	0,88	0,79	0,77	0,96	0,99	1,06	1,13	1,15	1,12	1,14	0,99	1,03
Джанкойское (2.2)	2021	0,77	0,82	0,99	1,04	1,08	1,09	1,06	1,12	1,11	1,05	0,88	0,98
	2022	0,79	0,74	0,88	0,94	1,00	1,06	1,10	1,12	1,12	1,13	1,07	1,05
	2023	0,84	0,81	1,00	0,96	1,03	1,05	0,99	1,05	1,09	1,13	1,01	1,04
Евпаторийское (2.3)	2021	0,41	0,43	0,56	0,63	0,87	1,26	2,22	2,45	1,30	0,76	0,56	0,55
	2022	0,55	0,43	0,58	0,73	0,87	1,28	2,08	2,00	1,15	0,87	0,78	0,67
	2023	0,61	0,55	0,72	0,71	0,82	1,24	1,75	1,88	1,28	0,95	0,77	0,70

*Нумерация направлений соответствует приведенному выше списку.

Таблица. 2. Значения коэффициентов корреляции

Направление	Год наблюдений				
	2023	2022	2021	2019	2018
	Коэффициенты корреляции				
Выборгское	0,97	0,97	0,97	0,94	0,95
Приозерское	0,96	0,97	0,94	0,94	0,95
Ириновское	0,54	0,54	0,57	0,65	0,38
Сестрорецкое	0,95	0,96	0,91	0,96	0,85
Витебское	0,75	0,57	0,75	0,43	0,62
Балтийское	0,69	0,69	0,66	0,67	0,56
Севастопольское	0,83	0,88	0,89	н/д*	н/д
Джанкойское	0,64	0,77	0,74	н/д	н/д
Евпаторийское	0,94	0,90	0,93	н/д	н/д

*Нет данных.

y_i — количество отправленных (прибывших) пассажиров в i -ый месяц;

$y_{ср}$ — среднее количество пассажиров, отправленных (прибывших) в среднем в месяц за период наблюдений;

n — количество наблюдений (месяцев) [6, 7].

Расчет коэффициентов корреляции выполнен при помощи средств MS Excel, что позволяет избежать промежуточных вычислений [8]. Результаты расчетов коэффициентов корреляции по исследуемым направлениям сведены в табл. 2.

Исходя из полученных в табл. 2 значений следует, что если на направлении наблюдается сильная корреляция ($r \geq 0,8$) месячного пассажиропотока со среднемесячной температурой в

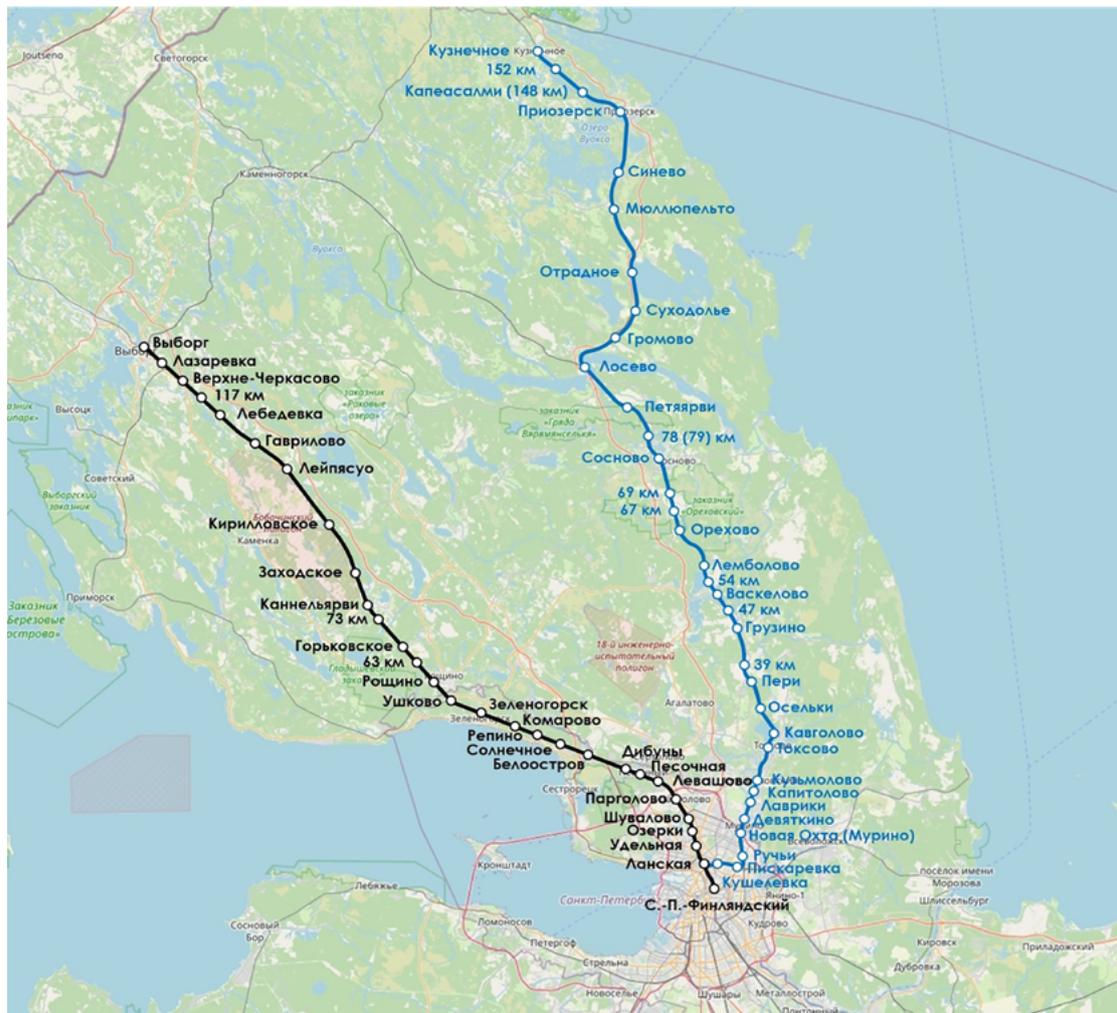


Рис. 1. Схемы Выборгского и Приозерского направлений (черным и синим соответственно)

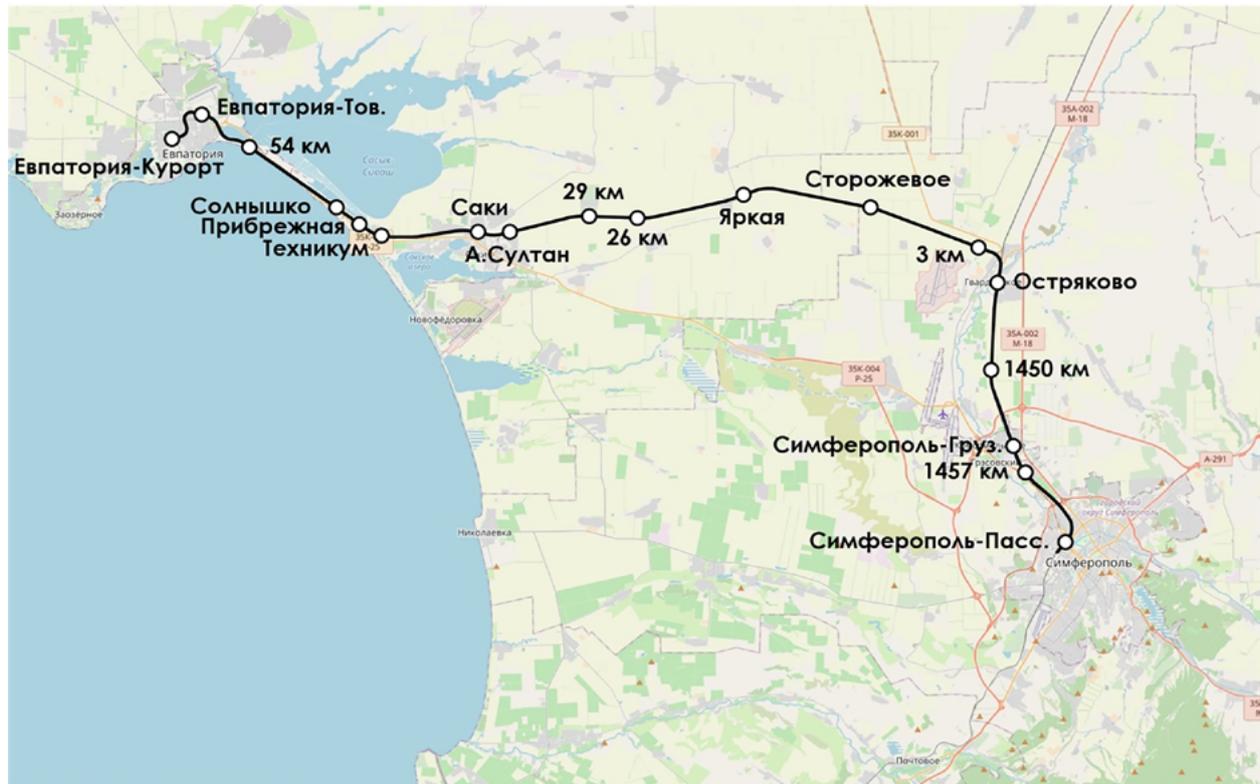


Рис. 2. Схема Евпаторийского направления



Рис. 3. Схема Ириновского направления

какой-либо год, то она наблюдается и в любой другой год. Аналогично, если сильной корреляции на направлении нет, то ее нет в течение всего периода исследований.

На рис. 1 и 2 представлены схемы пригородных направлений, где $r \geq 0,8$, с привязкой к карте. Отметим, что $r \geq 0,8$ наблюдается именно на тех направлениях, где вдоль железной дороги располагаются места отдыха: берега водоемов, заказники, дачные массивы и т. п. Вдоль таких направлений площади крупных населенных пунктов и предприятий не являются преобладающими.

Например, вдоль Выборгского направления располагаются места массового отдыха — порядка 20 км побережья Финского залива, а также множество других рекреационных зон — «Курортный лесопарк», заказники «Сестрорецкое болото», «Озеро Щучье», «Линдуловская роща», «Гладышевский». Кроме того, конечная точка маршрута — город Выборг — является одним из туристических центров Ленинградской области. Приозерское направление пролегает вдоль множества озер и рек, которые также привлекают большое количество отдыхающих.

Аналогичная ситуация наблюдается и на Евпаторийском направлении, где участок от Саки до Евпатории располагается в больших рекреационных зонах — Черноморском побережье и заказнике «Сасыкский».

На направлениях, где $r < 0,8$, преобладают пассажиропотоки, связанные с маятниковой миграцией населения. Сделать такой вывод позволяет расположение населенных пунктов вдоль данных направлений.

На рис. 3 и 4 представлены схемы пригородных направлений, где $r < 0,8$, с привязкой к карте.

Ириновское направление до ст. Мельничный ручей проходит по территории плотной жилой застройки, что с учетом близости к Санкт-Петербургу позволяет жителям Всеволожска пользоваться железнодорожным транспортом для поез-

док на работу в Санкт-Петербург. Исследованием, выполненным в статье [9], подтверждается стремление жителей Всеволожского района Ленинградской области к работе в ядре агломерации.

Территории, расположенные вдоль Джанкойского направления, используются в основном в сельскохозяйственных целях. К остановочным пунктам пригородных поездов тяготеют только населенные пункты, рекреационные зоны отсутствуют, соответственно, нет и пассажиропотока к местам отдыха.

Классификация пригородных направлений

Направления, где корреляция величины пассажиропотока со среднемесячной температурой воздуха сильнее, характеризуются большей месячной неравномерностью перевозок. Верно и обратное: при слабой корреляционной связи коэффициенты неравномерности находятся в меньших диапазонах, что отражено в табл. 3.

Из результатов сравнения следует, что наличие рекреационных зон на пригородном направлении влияет на неравномерность пассажиропотока, так как связь прослеживается в разных субъектах страны. Касаясь исследований, приведенных в [3, 4], их следует дополнить тем обстоятельством, что величина пассажиропотока зависит от погодных условий только на тех направлениях, где располагаются крупные рекреационные зоны.

Исходя из силы корреляционной связи между месячным пассажиропотоком и среднемесячной температурой воздуха, пригородные направления целесообразно классифицировать на «рабочие» и «рекреационные». «Рабочими» направлениями следует считать те, основной пассажиропоток которых обусловлен маятниковой миграцией населения, а «рекреационными» — направления, пассажиропоток которых обусловлен в большей степени садово-дачными, туристическими и подобными поездками.

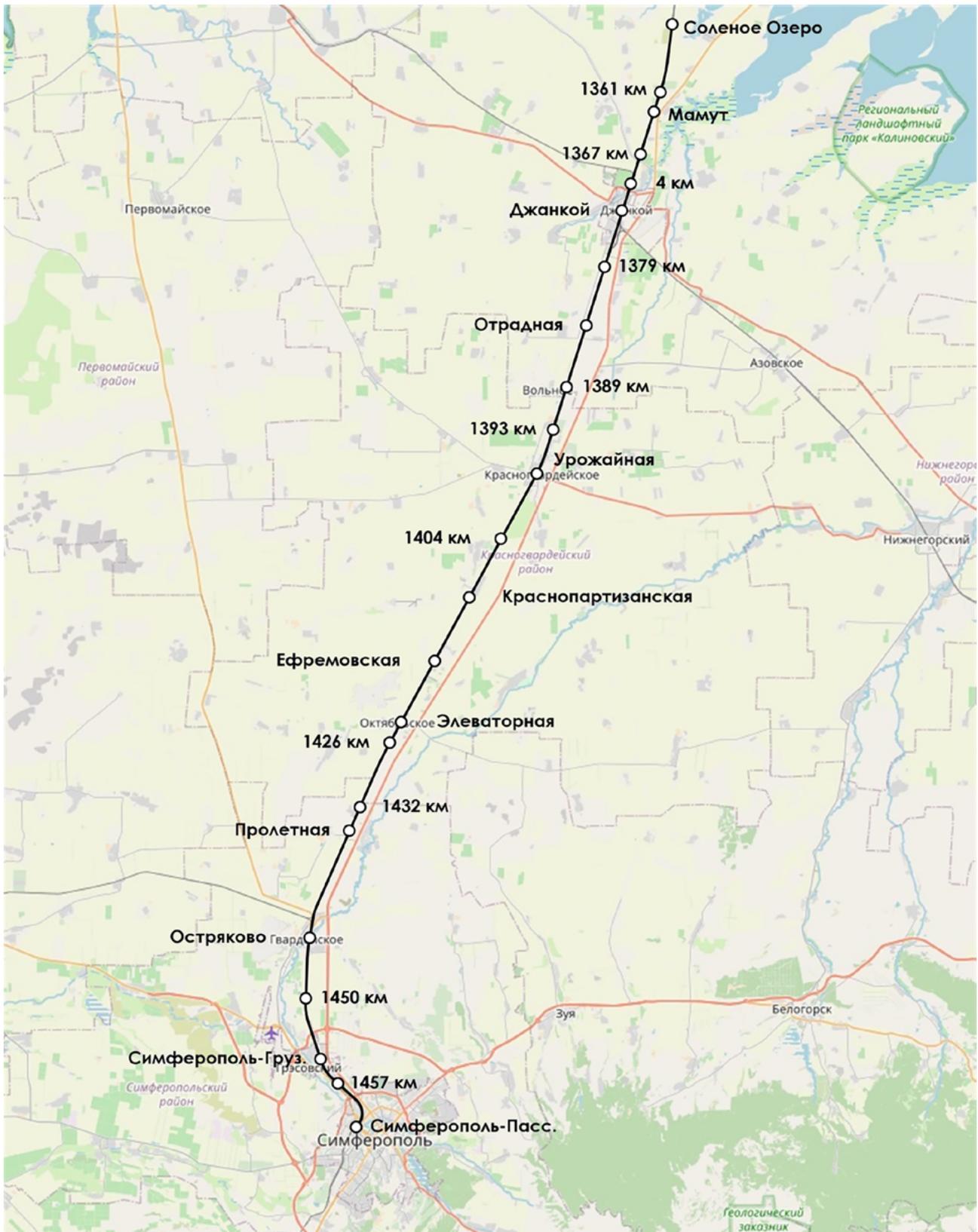


Рис. 4. Схема Джанкойского направления

Таблица. 3. Сравнительная таблица коэффициентов корреляции и неравномерности

Направление	Год наблюдений									
	2023		2022		2021		2019		2018	
	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>R</i>	<i>N</i>
Выборгское	0,97	0,66–1,45	0,97	0,57–1,48	0,97	0,62–1,49	0,94	0,66–1,38	0,95	0,66–1,44
Приозерское	0,96	0,67–1,41	0,97	0,61–1,50	0,94	0,62–1,61	0,94	0,70–1,46	0,95	0,66–1,50
Ириновское	0,54	0,76–1,11	0,54	0,76–1,18	0,57	0,68–1,18	0,65	0,82–1,12	0,38	0,82–1,17
Сестрорецкое	0,95	0,69–1,41	0,96	0,62–1,39	0,91	0,57–1,57	0,96	0,68–1,42	0,85	0,74–1,38
Витебское	0,75	0,78–1,12	0,57	0,70–1,23	0,75	0,67–1,17	0,43	0,77–1,16	0,62	0,78–1,20
Балтийское	0,69	0,76–1,16	0,69	0,69–1,14	0,66	0,64–1,16	0,67	0,76–1,16	0,56	0,76–1,24
Севастопольское	0,83	0,77–1,15	0,88	0,60–1,26	0,89	0,64–1,43	н/д	н/д	н/д	н/д
Джанкойское	0,64	0,81–1,13	0,77	0,74–1,13	0,74	0,77–1,12	н/д	н/д	н/д	н/д
Евпаторийское	0,94	0,55–1,88	0,90	0,43–2,08	0,93	0,41–2,45	н/д	н/д	н/д	н/д

R — коэффициент корреляции; *N* — коэффициент месячной неравномерности (диапазон в течение года); н/д — нет данных

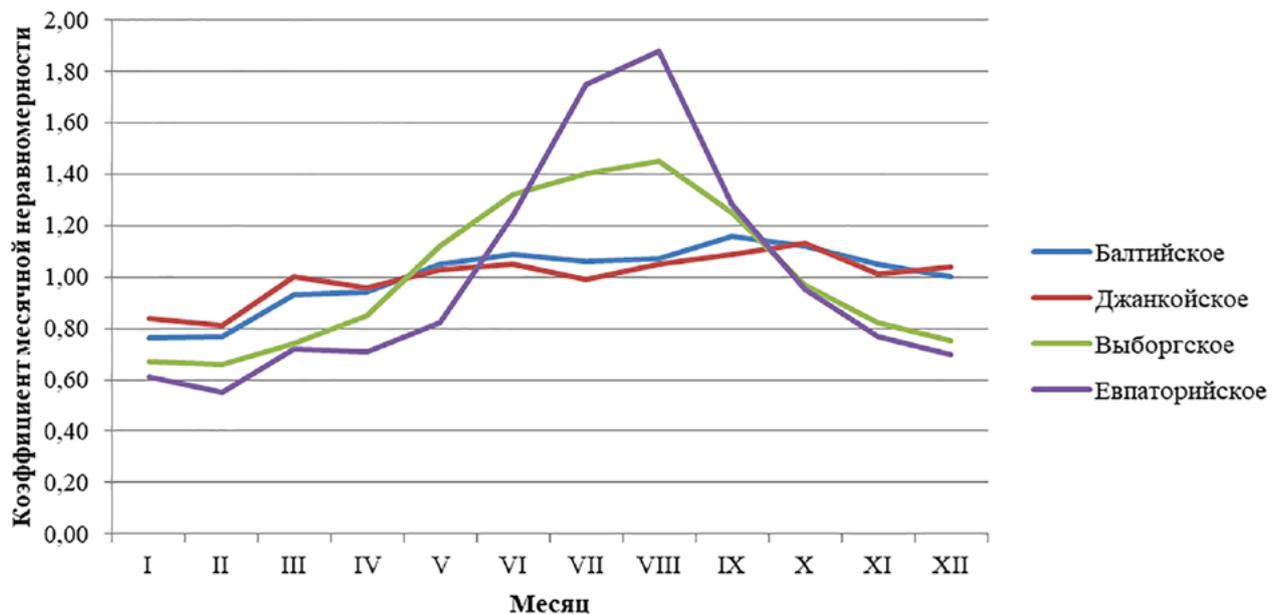


Рис. 5. График изменения коэффициентов неравномерности в течение 2023 года

Подразделение направлений позволяет учитывать территориальное разделение труда и отдыха, что необходимо при прогнозировании величины пассажиропотока, так как территория является фактором, определяющим организацию пригородных перевозок на железнодорожном транспорте [10].

На «рабочих» направлениях прогнозный годовой пассажиропоток по месяцам можно распределять исходя из статистических наблюдений, так как в каждый из месяцев значения коэффициентов неравномерности на них отличается не сильно в течение нескольких лет.

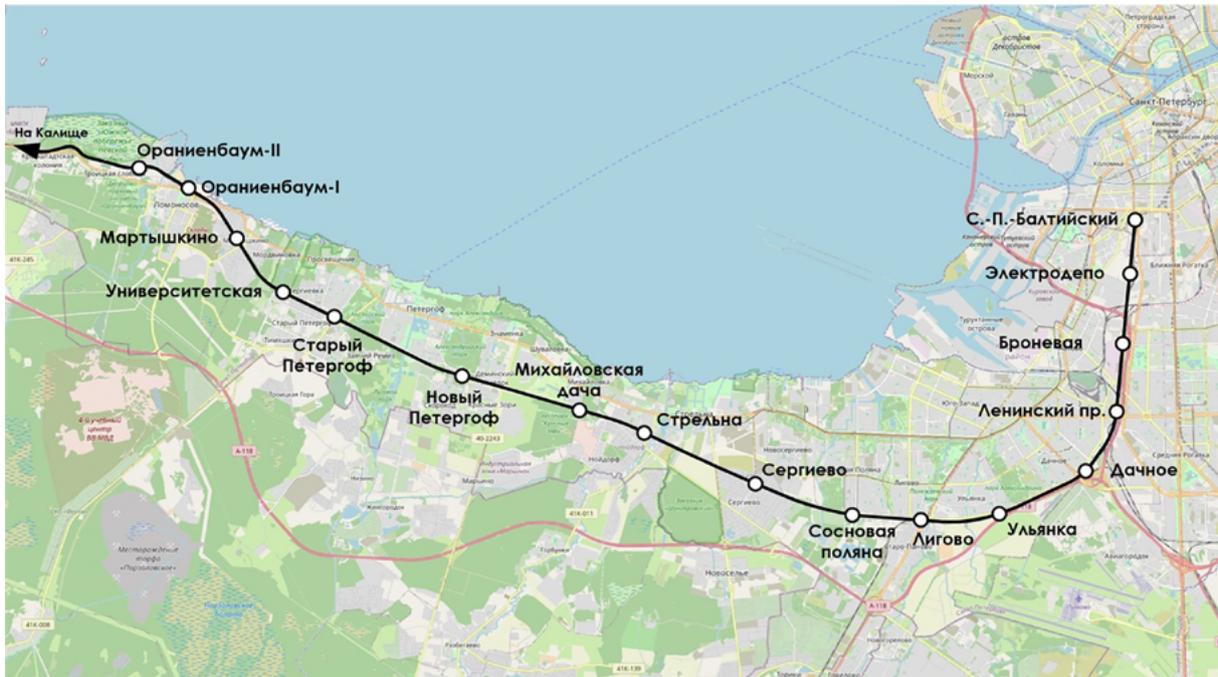


Рис. 6. Схема Балтийского направления

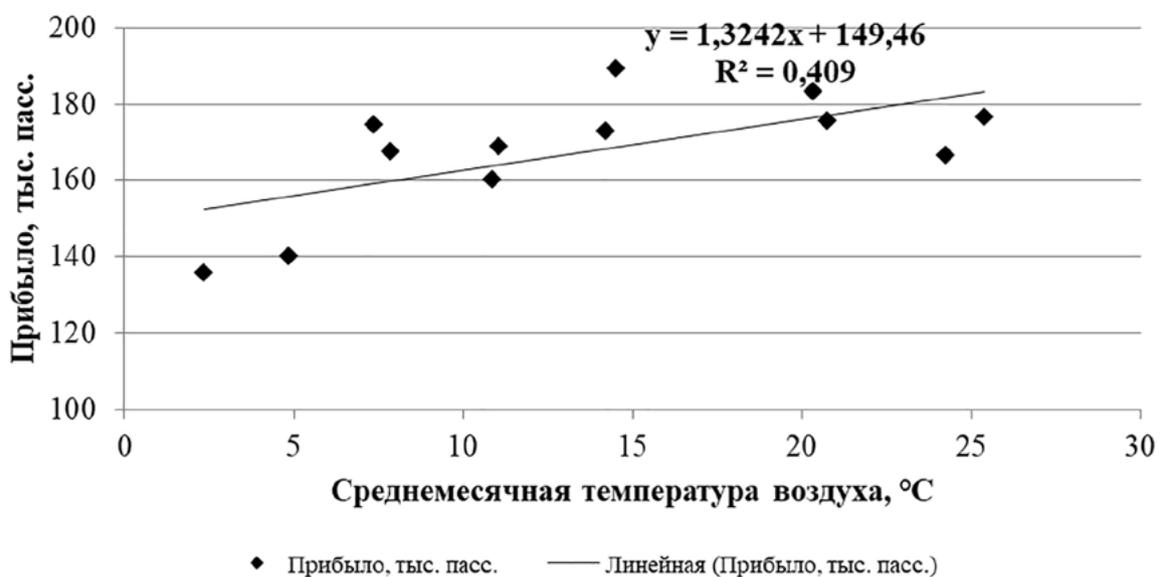


Рис. 7. График корреляционной функции, Джанкойское направление, 2023 г.

На «рекреационных» направлениях следует учитывать фактические данные о среднемесячной температуре за несколько лет и исследования синоптиков.

На рис. 5 наглядно видно, что на «рабочих» направлениях (Балтийское и Джанкойское) максимальные месячные объемы перевозок не при-

ходятся на период с наибольшей среднемесячной температурой воздуха, в отличие от «рекреационных» (Выборгское и Евпаторийское). Снижение объемов перевозок в январе и феврале на обоих типах направлений обусловлено наложением двух факторов: большого количества выходных и

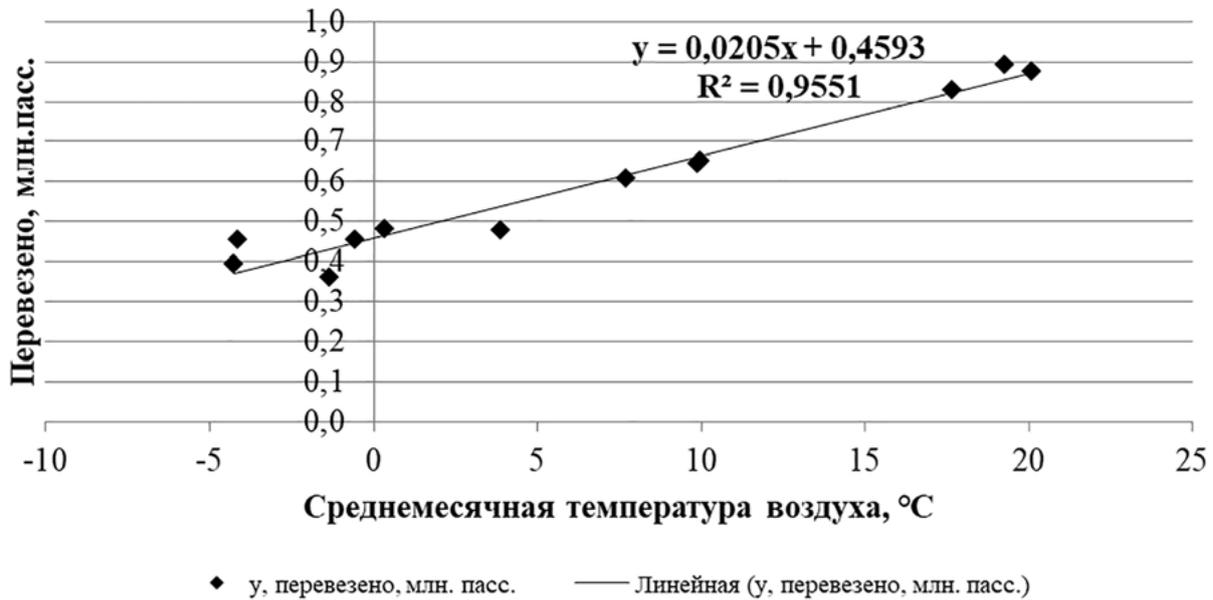


Рис. 8. График корреляционной функции, Приозерское направление, 2022 г.

праздничных дней и низкой среднемесячной температуры.

Географическое расположение направления не всегда однозначно позволяет определить тип направления. Например, вдоль Балтийского направления, схема которого приведена на рис. 6, располагается множество рекреационных зон: южное побережье Невской губы, парк «Александрия», музей-заповедник «Петергоф» и др. Однако направление пролегает через территории жилых районов, в связи с чем сложно предположить, какой пассажиропоток является преобладающим. Для этой цели следует проанализировать связь между среднемесячной температурой воздуха и месячной величиной пассажиропотока.

Из табл. 3 следует, что направление стоит отнести к «рабочим», так как месячная неравномерность невелика, а связь со среднемесячной температурой воздуха слабая.

Характер корреляционной связи наглядно показан на рис. 7 и 8 на «рабочих» и «рекреационных» направлениях соответственно.

Заключение

Анализ корреляционной зависимости между среднемесячной температурой воздуха и месячным пассажиропотоком позволяет отнести направление к одному из двух предложенных типов — «рабочему» (при $r < 0,8$) или «рекреационному» (при $r \geq 0,8$). Такой анализ необходим в случаях, когда по географическому расположению определить тип направления затруднительно.

Предлагаемая классификация направлений требуется для того, чтобы не учитывать одновременно все условия, которые могут оказывать влияние на объем перевозок на разных типах направлений, что влияет на точность прогнозных уравнений или моделей.

Для «рекреационных» направлений необходимо учитывать корреляцию объемов перевозок со среднемесячной температурой воздуха, так как это один из основных факторов, коррелирующих с пассажиропотоком в разрезе месячной неравномерности.

На «рабочих» направлениях необходимо исследовать связь объемов перевозок с количеством рабочих дней в каждом месяце, периодами предоставления отпусков, учебным временем в образовательных учреждениях, а статистические данные о среднемесячной температуре воздуха можно не учитывать или учитывать в значительно меньшей мере, так как погодные условия с месячными пассажиропотоками имеют слабую связь.

Следует отметить, что перечисленные факторы могут не в полной мере отражать месячную неравномерность пассажиропотока, и требуется поиск других зависимостей, позволяющих более точно прогнозировать колебания объемов перевозок.

Дальнейшие исследования будут посвящены поиску дополнительных зависимостей с неравномерностью пригородных перевозок, а также значимости и необходимости учета каждого фактора в отдельности.

Список источников

1. Филиппов А. Г. Определение потребных размеров движения пригородных поездов с учетом суточной и внутрисуточной неравномерностей распределения пассажиропотока / А. Г. Филиппов, С. С. Смирнов, Д. В. Язев и др. // Известия Петербургского университета путей сообщения. — 2021. — Т. 18. — № 4. — С. 528–536. — DOI: 10.20295/1815-588X-2021-4-528-536.

2. Пазойский Ю. О. Схематический график движения пригородных поездов по выходным дням / Ю. О. Пазойский, М. Ю. Савельев // Мир транспорта. — 2017. — Т. 15. — № 6(73). — С. 140–147.

3. Балч В. И. Анализ пассажиропотоков для регулирования технических средств пригородных перевозок / Оптимальная эксплуатация железных дорог / В. И. Балч // Труды Московского ин-та инж. ж.-д. транспорта. — М.: Московский ин-т инж. ж.-д. транспорта, 1973. — Вып. 420. — 253 с.

4. Кочнев Ф. П. Оптимальные параметры пригородных пассажирских перевозок / Ф. П. Кочнев. — М.: Транспорт, 1975. — 304 с.

5. Смирнов С. С. Построение графика движения с учетом необходимости оперативного регулирования движения пригородных поездов в зависимости от погодных условий / С. С. Смирнов // Современные методы и принципы управления перевозочным процессом на транспорте: сборник трудов научно-практической конференции с международным участием, Москва, 17–18 мая 2023 года / Под общей редакцией Г. М. Биленко, И. А. Трушиной. — М.: Российский университет транспорта, 2023. — С. 319–327.

6. Афанасьев В. В. Применение методов математической статистики в научных исследованиях / В. В. Афанасьев // Ярославский педагогический вестник. — 2006. — № 4(49). — С. 5–12.

7. Правдин Н. В. Прогнозирование пассажирских потоков (методика, расчеты, примеры) / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей. — М.: Транспорт, 1980. — 222 с.

8. Меженный О. А. Microsoft Office 2010. Краткое руководство / О. А. Меженный. — М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2011. — 368 с.

9. Бугаев М. А. Маятниковые миграции на рынке труда Санкт-Петербурга и Ленинградской области / М. А. Бугаев // Вестник Санкт-Петербургского университета. — 2015. — Сер. 5. — Вып. 4. — С. 86–110.

10. Правдин Н. В. Пригородные зоны и зоны тяготения на железнодорожном транспорте (для условий средних и больших городов Республики Беларусь) / Н. В. Правдин, Т. А. Власюк. — Гомель: БелГУТ, 2007. — 207 с.

Дата поступления: 24.10.2024

Решение о публикации: 21.01.2025

Контактная информация:

СМИРНОВ Сергей Сергеевич — аспирант;
sss1999@inbox.ru

КОСТЕНКО Владимир Васильевич — канд. техн. наук,
доц.; docentkostenko@yandex.ru

The Use of Correlation Analysis for Determining Factors Influencing Monthly Commuter Traffic Volumes

S. S. Smirnov, V. V. Kostenko

Emperor Alexander I Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

For citation: Smirnov S. S., Kostenko V. V. The Use of Correlation Analysis for Determining Factors Influencing Monthly Commuter Traffic Volumes // *Proceedings of Petersburg State Transport University*, 2025, vol. 22, iss. 1, pp. 19–31. (In Russian) DOI: 10.20295/2223-9987-2025-1-19-31

Summary

Purpose: The suburban rail transport operation requires taking into account seasonal irregularities in passenger flows. Although a strong correlation between monthly passenger flows and average monthly air temperature was revealed earlier, it is less pronounced on some routes than on others. The study has been carried out to find out what causes the weak correlation on certain suburban routes and to define the weather impact areas on monthly traffic volumes. **Methods:** The research is based on the statistical reports of transportation companies such as JSC "North-Western Suburban Passenger Company" and LLC "Southern Suburban Passenger Company". The possible relationship between monthly passenger flows and the average monthly air temperature are investigated. Correlation analysis methods and MS Excel tools are used for data processing. The correlation coefficients are considered in combination with the coefficients of monthly unevenness. **Results:** The dependence of the monthly traffic irregularities on the correlation intensity between monthly passenger flows and the average monthly air temperature during the year has been established. The application area of the correlation between the average monthly air temperature and monthly passenger flows has been specified. The suburban routes classification has been proposed based on the factors effecting traffic volumes strongly. **Practical significance:** With a view to predicting, passenger flow changes are more advisable to describe based on a smaller number of factors, so as the prediction errors shall be fewer. For this purpose, the routes are categorised into 'working' and 'recreational' ones, as for each of them a different set of factors should be taken into consideration when making predictive equations or models. The correlation analysis between average monthly air temperature and monthly passenger flows can be useful when a geographical location makes it difficult to determine the type of destination.

Keywords: Irregularities (unevenness), suburban transportation, average monthly temperature, circular migration, recreational area, passenger flow, correlation dependence.

References

1. Filippov A. G., Smirnov S. S., Yazev D. V. et al. Opređenje potrebnih razmerov dvizheniya prigorodnyh poezdov s uchetom sutochnoj i vnutrisutochnoj neravnomernostej raspredeleniya passazhiropotoka [Determination of the required sizes of commuter train traffic taking into account daily and intraday unevenness in the distribution of passenger traffic]. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta*

putej soobshcheniya [Bulletin of the St. Petersburg University of Railway Engineering]. 2021, vol. 18, Iss. 4, pp. 528–536. DOI: 10.20295/1815-588X-2021-4-528-536. (In Russian)

2. Pazojskij Yu. O. Skhematicheskij grafik dvizheniya prigorodnyh poezdov po vyhodnym dnyam [Schematic schedule of commuter trains on weekends]. *Mir transporta* [World of Transport]. 2017, vol. 15, Iss. 6(73), pp. 140–147. (In Russian)

3. Balch V. I., Savel'ev M. Yu. Analiz passazhiropotokov dlya regulirovaniya tekhnicheskikh sredstv prigorodnykh perevozok. Optimal'naya ekspluatatsiya zheleznnykh dorog [Analysis of passenger flows for regulation of technical means of suburban transportation]. *Trudy Moskovskogo in-ta inzh. zh.-d. transporta* [Works of the Moscow Institute of Engineering Railway Transport. Optimal operation of railways]. Moscow: Moskovskij in-t inzh. zh.-d. transporta Publ., 1973, Iss. 420, 253 p. (In Russian)
4. Kochnev F. P. *Optimal'nye parametry prigorodnykh passazhirskih* [Optimal parameters of suburban passenger transportation]. Moscow: Transport Publ., 1975, 304 p. (In Russian)
5. Smirnov S. S. Postroenie grafika dvizheniya s uchetom neobkhodimosti operativnogo regulirovaniya dvizheniya prigorodnykh poezdov v zavisimosti ot pogodnykh usloviy. Pod obshchey redaktsiey G. M. Bilenko, I. A. Trushinoy [Construction of a traffic schedule taking into account the need for operational regulation of commuter train traffic depending on weather conditions. Under the general editorship of G. M. Bilenko, I. A. Trushina]. *Sovremennye metody i printsipy upravleniya perevozhnym protsessom na transporte: sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Moskva, 17–18 maya 2023 goda* [Modern methods and principles of managing the transportation process in transport: collected papers of the scientific and practical conference with international participation, Moscow, May 17–18, 2023. Under the general editorship of G. M. Bilenko, I. A. Trushina]. Moscow: Rossiyskiy universitet transporta Publ., 2023, pp. 319–327. (In Russian)
6. Afanas'ev V. V. Primenenie metodov matematicheskoy statistiki v nauchnykh issledovaniyakh [Application of methods of mathematical statistics in scientific research]. *Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin]. 2006, Iss. 4(49), pp. 5–12. (In Russian)
7. Pravdin N. V., Negrej V. Ya. *Prognozirovaniye passazhirskih potokov (metodika, raschety, primery)* [Forecasting passenger flows (methodology, calculations, examples)]. Moscow: Transport Publ., 1980, 222 p. (In Russian)
8. Mezheny O. A. *Microsoft Office 2010. Kratkoe rukovodstvo* [Microsoft Office 2010. Brief Guide]. Moscow: OOO "I. D. Vil'yams", 2011, 368 p. (In Russian)
9. Bugaev M. A. Mayatnikovyye migratsii na rynke truda Sankt-Peterburga i Leningradskoj oblasti [Pendulum Migrations in the Labor Market of St. Petersburg and the Leningrad Region]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta* [Bulletin of St. Petersburg University]. 2015, part 5, Iss. 4, pp. 86–110. (In Russian)
10. Pravdin N. V., Vlasyuk T. A. *Prigorodnye zony i zony tyagoteniya na zheleznodorozhnom transporte (dlya uslovij srednih i bol'shih gorodov Respubliki Belarus')* [Suburban Zones and Gravity Zones on Rail Transport (for Medium and Large Cities of the Republic of Belarus)]. Gomel': BelGUT Publ., 2007, 207 p. (In Russian)

Received: October 24, 2024

Accepted: January 21, 2025

Author's information:

Sergei S. SMIRNOV — Postgraduate Student;
sss1999@inbox.ru;

Vladimir V. KOSTENKO — PhD in Engineering,
Associate Professor; docentkostenko@yandex.ru