

года. – Режим доступа: http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=666.

2. **Основы** научной организации управления не железнодорожном транспорте : метод. пособие / А. Е. Красковский. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2005. – 153 с.

3. **Социальные** сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д. А. Губанов, Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили. – М. : Изд-во физ.-мат. лит-ры, 2010. – 228 с.

4. **Прикладные** методы анализа данных и знаний / Н. Г. Загоруйко. – Новосибирск : Изд-во ИМ СО РАН, 1999. – 273 с.

5. **Аналитические** проблемы поисковых систем и «лингвистические анализаторы» / А. В. Антонов, В. С. Мешков // НТИ. Сер. 1. – 2000. – № 6. – С. 1–5.

6. **Основы** теории нечетких множеств и нечеткой логики / В. В. Рыбин. – М. : МАИ, 2007. – 96 с.

7. **Нечеткое** моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

8. **Искусственный** интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами : монография / В. А. Соловьёв, С. П. Чёрный. – Владивосток : Дальнаука, 2010. – 267 с.

9. **Нечеткая** оптимизация: новый подход к постановке и решению задач / И. В. Лысенко // Труды СПИИРАН. – Вып. 2, т. 1. – СПб. : СПИИРАН, 2004. – С. 90–118.

10. **Соловьёв, В. А.** Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами : монография / В. А. Соловьёв, С. П. Чёрный. – Владивосток : Дальнаука, 2010. – 267 с.

11. **Выявление** вредоносных программных воздействий на основе нечеткого вывода / С. В. Войцеховский, А. Д. Хомоненко // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2011. – № 3. – С. 81–91.

12. <http://cetaf.ucoz.ru/>

УДК 656.224.072

А. В. Парфёнова

Петербургский государственный университет путей сообщения

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРИГODOVOЙ ЦИКЛИЧНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФИЛИАЛА ОАО ФПК

Представлены результаты исследования внутригодовой цикличности пассажирских перевозок, определены периоды максимальной и минимальной интенсивности пассажиропотоков. Разработан алгоритм исследования внутригодовой неравномерности пассажиропотоков, рассчитан годовой коэффициент неравномерности пассажиропотоков по направлениям и типам вагонов, проведен анализ годового коэффициента неравномерности по направлениям и в целом по сети.

пассажирские перевозки, цикличность пассажирских перевозок, схема состава поезда, Федеральная пассажирская компания (ОАО ФПК), пассажирский комплекс, неравномерность пассажиропотоков.

Введение

Удовлетворение потребности населения в перевозках основывается на изучении структуры и характера пассажиропотоков, их свойств и особенностей по дорогам и направлениям сети или филиала ОАО ФПК и является одной из основных целей системы

управления пассажирскими перевозками. В настоящее время пассажирский железнодорожный транспорт ведет непрерывную «борьбу за пассажира» с другими видами транспорта [1]. Для его успешной конкурентной борьбы необходимо знать внутригодовую цикличность пассажирских перевозок и

определить принципы исследования внутригодовой неравномерности пассажиропотоков.

1 Особенности пассажиропотока в Северо-Западном регионе

В соответствии со структурной реформой железнодорожного транспорта пассажирский вагонный парк передан в ведение ОАО «Федеральная пассажирская компания» и распределен по регионам – филиалам компании. На региональных уровнях решаются вопросы подготовки составов в рейс, формирования поездов, содержания и экипировки вагонов. В зависимости от динамики спроса населения на транспортные услуги утверждаются схемы составов и рассчитывается потребность в оперативном и сезонном резервах вагонов.

Поезда Северо-Западного филиала ОАО ФПК осваивают перевозки пассажиров на территориях *Центрального* (Белгородская, Брянская, Владимирская, Воронежская, Ивановская, Калужская, Костромская, Курская, Липецкая, Московская, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Ярославская области) и *Северо-Западного* (Архангельская, Вологодская, Мурманская, Ленинградская, Новгородская, Псковская, Калининградская области, Республики Карелия, Коми) *федеральных округов РФ*. Многоотраслевая специализация данного региона предопределяет широкое развитие внутренних и межгосударственных связей, транспортное обеспечение которых должно быть основано на рыночных принципах управления и реализации конкурентных преимуществ железнодорожного транспорта [2].

Любое передвижение пассажира характеризуется направлением, дальностью и скоростью. Однонаправленные передвижения образуют пассажирские потоки. На заданном направлении дороги, сети или филиала ОАО ФПК пассажиропоток характеризуется:

- объемом отправок пассажиров;
- пассажирооборотом;
- интенсивностью перевозок по участкам;
- числом посадок пассажиров;
- числом выходов пассажиров;

- пассажирообменом по станциям и остановочным пунктам;
- средней дальностью поездки пассажиров [3].

Причинами высокой неравномерности пассажиропотоков являются как отдаленность на территории РФ крупных административных и промышленных центров друг от друга, так и сезонный характер работы отдельных предприятий. Помимо этого, на неравномерность пассажиропотоков влияют поездки пассажиров в отпуск и на каникулы в летний и зимний периоды.

Высокая степень неравномерности во времени и пространстве является главным свойством пассажиропотоков. *Пространственная неравномерность* связана с особенностями территориального расположения административных промышленных центров РФ. Она оказывает влияние на пропускную способность линий, станций, размещение обслуживающих устройств и сооружений. *Временная неравномерность* зависит от степени изменения спроса населения на услуги транспорта по сезонам года, месяца, кварталам, внутри недели. Именно она оказывает наибольшее влияние на размеры движения, периодичность курсирования поездов и схемы составов. Каждый из двух видов неравномерности пассажиропотоков определяется с помощью коэффициента неравномерности, который находится отношением наибольшей или интересующей величины динамического ряда чисел к среднеарифметической величине этого ряда.

В качестве информационной основы при исследовании внутригодовой неравномерности пассажиропотоков автором использованы данные автоматизированной системы управления «Экспресс-3» (сокращенно АСУ «Экспресс-3»), которая была внедрена на всей сети железных дорог России в 2005 г. Под автоматизированной системой управления пассажирскими перевозками на железнодорожном транспорте главный конструктор Б. Е. Марчук понимает систему, которая на базе вычислительной техники и современных экономико-математических и технологических методов позволяет объединить совокуп-

ность автоматизированных технологических процессов в единое целое [4].

Система «Экспресс» была разработана для автоматизированного управления продажей билетов и бронирования на поезда дальнего следования, а затем последовательно развивалась для решения задач пассажирского комплекса. АСУ «Экспресс-3» состоит из восьми подсистем, имеющих свои функции и задачи. Подсистема планирования и регулирования пассажирских перевозок прошла три этапа становления. На первом этапе подсистема функционировала как информационно-справочная. На втором – подсистема АСУ-Л становится системой поддержки принятия решений. На третьем этапе происходит ее трансформация в информационно-управляющую систему.

В рамках подсистемы АСУ-Л разработаны и внедрены информационные технологии, которые обеспечивают процессы поддержки принятия решений в области организации пассажирских перевозок. Информационные технологии АСУ-Л функционируют на единой аналитической базе, которая обеспечивает процессы сбора и накопления первичной информации о пассажирских перевозках, программный расчет показателей использования подвижного состава, хранения и архивирования выходной документации, организацию доступа пользователей к информации пассажирского комплекса.

Информация в программно-аналитических комплексах «Экспресс-3» имеет нормативно-справочный, аналитический и сигнальный вид. В соответствии с требованиями пользователи могут получить эксплуатационные и экономические характеристики по типам и группам вагонов, поездам прямого и местного сообщения, группе поездов на заданном направлении, в целом по железной дороге и сети, а также по перевозчикам [3]. Выходная информация представлена в АРМ в табличном и графическом виде.

Для определения изменения коэффициента неравномерности для заданных поездов были использованы программно-аналитические комплексы АСУ-Л в части информационного ресурса для процессов принятия

решений в области оперативного планирования и регулирования пассажирских перевозок. Проведен анализ данных и выполнены исследования показателей неравномерности и цикличности перевозок на примере поездов принадлежности Северо-Западного филиала ОАО ФПК С.-Петербург – Кисловодск, С.-Петербург – Ржев, С.-Петербург – Мурманск с использованием базы данных АСУ «Экспресс-3». Для данной аналитической работы создан *алгоритм исследования внутригодовой неравномерности пассажиропотоков* (рис. 1).

На этапе анализа спроса населения определяется количество перевезенных пассажиров в заданном поезде всего в составе, а также по категориям вагонов. На следующем этапе производится расчет коэффициента неравномерности заданного поезда по месяцам исследуемого года, по понедельно, поквартально, по категориям вагонов поезда. Производится сравнительный анализ коэффициента неравномерности использования вагонов в составе заданного поезда и учет «узких» мест в работе, а также выявление потенциальных возможностей транспортных средств на исследуемом направлении. На последнем этапе происходит отслеживание «критических» по уровню использования вместимости составов поездов и типов вагонов, делается заключение о «проблемных» датах или периодах курсирования заданного поезда.

На примере трех выбранных поездов Северо-Западного филиала ОАО ФПК сделана выборка данных из системы «Экспресс» за 2011 г. и на ее основе определена временная неравномерность пассажиропотока по сезонам года (лето, зима), неделям, месяцам, кварталам года. При этом использована следующая расчетная формула:

$$k_b = \frac{A_{\max}}{A_{\text{cp}}}, \quad (1)$$

где A_{\max} – максимальный объем перевозок пассажиров в отчетный период; A_{cp} – среднеарифметическое значение объема перевозок за отчетный период.

В качестве примера выполнены расчеты величин k для поездов принадлежности Се-



Рис. 1. Алгоритм исследования внутригодовой неравномерности пассажиропотоков

веро-Западного филиала ОАО ФПК, курсирующих в направлении С.-Петербург–Кисловодск, С.-Петербург–Ржев и С.-Петербург–Мурманск, за февраль и июль 2011 года. Исходные данные представлены в таблице 1.

Определим величины годовой временной неравномерности пассажиропотока по заданным направлениям по формуле (1). В результате вычислений получим по данным за февраль:

$$k_{в(Кисл.)} = \frac{8933 \cdot 12}{193311} = 0,55;$$

$$k_{в(Ржев)} = \frac{2294 \cdot 12}{47903} = 0,57;$$

$$k_{в(Мурм.)} = \frac{24018 \cdot 12}{406732} = 0,71.$$

Аналогично определены величины $k_{в(Кисл.,Ржев,Мурм.)}$ по данным за июль 2011 г. Результаты представлены в таблице 2.

Графики изменения коэффициентов неравномерности пассажиропотоков по выбранным направлениям Северо-Западного филиала ОАО ФПК и по сети дорог приведены на рисунке 2. Итоговые данные представлены в виде таблицы 3.

Согласно представленным рисункам, на рынке пассажирских перевозок наблюдается *цикличность*, т. е. повторяемость тенденций и интенсивности его развития вне зависимости от выбранного направления следования поезда. В течение рассматриваемого 2011 года характер изменения пассажиропотоков в целом по выбранным направлениям и сети имеет следующие особенности (следует учесть, что в рассматриваемый период в направлении С.-Петербург–Мурманск курсировало три поезда круглогодичного обращения, на других двух направлениях – по одному поезду). В конце I и в начале II квартала происходит постепенный рост пассажиропотока. На протяжении летних месяцев (июнь, июль, август) прослеживается не-

ТАБЛИЦА 1. Исходные данные по Северо-Западному филиалу ОАО ФПК для расчета коэффициента неравномерности по направлению поездов и типам вагонов

Название показателя	Тип вагона	Направление		
		Кисловодск	Ржев	Мурманск
Количество перевезенных пассажиров	Февраль			
	СВ	98	–	289
	К	3319	637	7291
	П	5516	1033	16430
	С	–	624	–
	Всего	8933	2294	24018
	Июль			
	СВ	192	–	420
	К	6313	699	9975
	П	15887	5045	29410
	С	–	1725	–
	Всего	22392	7564	40125

ТАБЛИЦА 2. Годовая временная неравномерность пассажиропотока для заданных направлений Северо-Западного филиала ОАО ФПК

Направление	Февраль 2011 г.	Июль 2011 г.
СПб.–Кисловодск	0,55	1,39
СПб.–Ржев	0,57	1,87
СПб.–Мурманск	0,71	1,18

уклонный рост объемов перевозок, кроме направления С.-Петербург–Кисловодск, где происходит постепенный спад перевозок. С сентября резкий спад происходит сразу на всех выбранных направлениях. Последний (IV) квартал года характеризуется коэффициентами неравномерности, близкими к единице.

На протяжении всего исследованного периода выбранные направления попадают в две из трех групп классификации направлений по признаку «неравномерность объемов отправок» [5]. В классификации выделены три группы направлений: высокая ($k = 2,5 \dots 2,0$), средняя ($k = 2,0 \dots 1,5$) и низкая ($k = 1,5 \dots 1,0$) степени неравномерности. Большинство значений коэффициентов неравномерности на исследуемых направлени-

ях относятся к третьей группе – низкой степени неравномерности, где значения коэффициента неравномерности k колеблются от 1,5 до 1,0. Данная степень неравномерности означает, что пассажиропоток на выбранном направлении осваивается за счет сезонного резерва вагонов. Часть значений коэффициента k попадают в промежуток от 2,0 до 1,5, т. е. относятся к средней степени неравномерности. Такие значения коэффициента k означают, что потребность в вагонном парке в период массовых перевозок имеет сезонный характер, а оперативный резерв составов поездов используется в полном объеме.

Вариантами регулировочных мероприятий для обеих групп степеней неравномерности будут: назначение дополнительных поездов, изменение (увеличение) периодич-

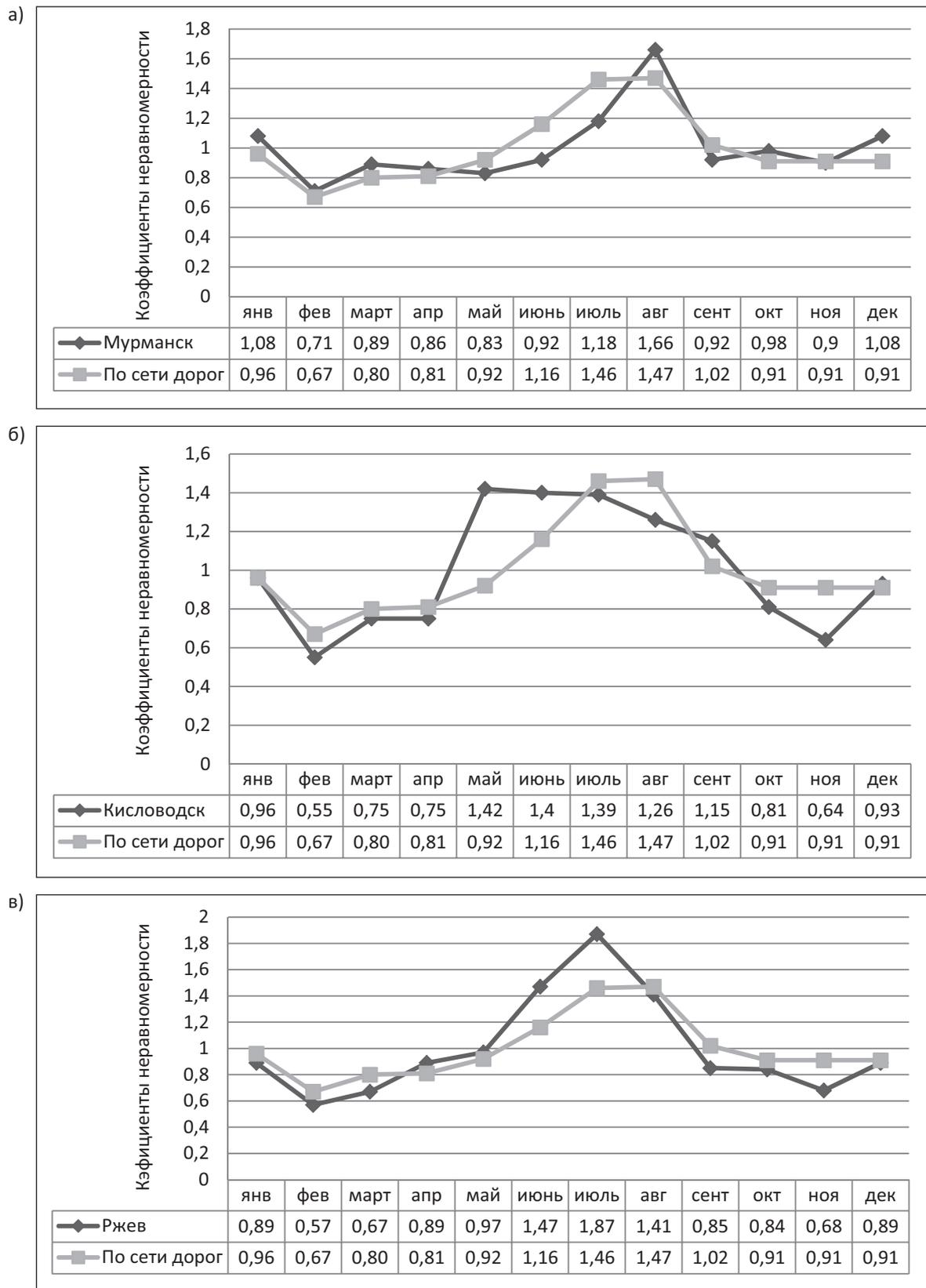


Рис. 2. Графики изменения коэффициентов неравномерности по месяцам года в направлении Мурманска (а), Кисловодска (б), Ржева (в) и по сети дорог

ТАБЛИЦА 3. Диапазон коэффициентов неравномерности пассажиропотоков по выбранным направлениям Северо-Западного филиала ОАО ФПК

Номер поезда	Сообщение	Диапазон коэффициентов неравномерности
49	СПб.–Кисловодск	0,55–1,42
77	СПб.–Ржев	0,57–1,87
22, 12, 202	СПб.–Мурманск	0,71–1,66

ности курсирования поездов, ввод факультативных схем составов, увеличение числа вагонов в составе до максимального уровня, снижение комфортности за счет замены купейных вагонов на плацкартные и общие.

Заключение

Удовлетворение потребности населения в перевозках – одна из основных целей системы управления пассажирскими перевозками. В условиях конкуренции пассажирского железнодорожного транспорта с другими видами транспорта необходимо проводить регулировочные мероприятия, основываясь на исследовании внутригодовой цикличности пассажирских перевозок.

Технические возможности системы АСУ «Экспресс-3» позволили сформировать единую базу данных пассажирских перевозок, отражающую динамику пассажиропотоков. На базе системы «Экспресс» проводятся исследования пассажиропотоков и их моделирование для дальнейшего проведения регулировочных мероприятий.

На примере направлений С.-Петербург–Кисловодск, С.-Петербург–Ржев, С.-Петербург–Мурманск Северо-Западного филиала ОАО ФПК разработан алгоритм исследования внутригодовой неравномерности пассажиропотоков, рассчитан годовой коэффициент неравномерности пассажиропотоков по направлениям и типам вагонов, проведен анализ годового коэффициента неравномерности по направлениям и в целом по сети. Распределение объемов перевозок по кварталам показывает: временная неравномерность перевозок сглажена, хотя и прослеживается по сезонам и отдельно по месяцам. Максимальный рост пассажиропотока наблюдается

в III квартале года, минимальным по объему перевозок пассажиров является I квартал года. Неравномерность перевозок по месяцам имеет достаточно сглаженный характер. Все выбранные направления относятся к группе либо с низкой, либо со средней степенью неравномерности.

В рамках данного исследования для Северо-Западного филиала ОАО ФПК проведено исследование внутригодовой цикличности пассажирских перевозок и определены периоды максимальной и минимальной интенсивности пассажиропотоков, которые необходимо учитывать в процессе планирования схем составов на перспективу.

Библиографический список

1. **Предмет** особой заботы компании / М. П. Акулов // Железнодорожный транспорт. – 2010. – № 6. – С. 31–36.
2. **Исследование** региональных особенностей транспортного рынка Северо-Западного филиала ОАО ФПК / Е. А. Макарова, А. В. Атанова // Вестник университета (Государственный университет управления). – 2012. – № 5 – С. 24–30.
3. **Актуальные** вопросы организации железнодорожных пассажирских перевозок: монография // Е. А. Макарова. – М. : Маршрут, 2006. – 154 с.
4. **Опыт** разработки, эксплуатации и перспективы развития «Экспресс» / ред. Б. Е. Марчук // Материалы научно-практической конференции. – М. : ВНИИЖТ МПС РФ, 1997. – 137 с.
5. **Методология** исследования тенденций и закономерностей формирования пассажиропотоков в условиях применения информационных технологий (на примере железнодорожного транспорта) / Е. А. Макарова // Вестник транспорта. – 2008. – № 5. – С. 24–29.