

затраты как для перевозочного процесса, так и для исполнителей путевых работ;

3) на основании расчетов, выполненных с использованием разработанной модели, составить рекомендации по порядку действий экипажей комплексов путевых машин при возникновении и устранении внезапных отказов, а также по оснащению комплексов наборами необходимых запчастей и инструментов.

Библиографический список

1. **Проблемы** повышения скорости движения на железнодорожном транспорте / С. А. Быкадоров // Регион : экономика и социология. – 2005. – № 1. – С. 150–163.

2. **Отчетные** данные Дирекции по эксплуатации и ремонту путевых машин Октябрьской дирекции инфраструктуры ЦДИ-филиала ОАО «РЖД» за период 2009–2013 гг. Форма ПО-8.

УДК 656.224.072

А. В. Парфёнова

Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СХЕМЫ СОСТАВА ПАССАЖИРСКОГО ПОЕЗДА

Приведена методика расчета схемы состава пассажирского поезда принадлежности ОАО «ФПК». Рассмотрен алгоритм определения однородных выборок количества отправленных пассажиров по конкретному поезду Северо-Западного филиала ОАО «ФПК». Определены границы доверительных интервалов с использованием правила 3σ . Получены однородные периоды в регулируемом и дерегулируемом сегментах перевозок для расчета схем составов. Представлены формулы расчета числа вагонов в регулируемом и дерегулируемом сегментах перевозок.

схема состава поезда, пассажирские перевозки, Федеральная пассажирская компания (ОАО «ФПК»), пассажирский комплекс.

Введение

В директивных документах железнодорожного транспорта повышение эффективности использования вагонов пассажирского парка названо приоритетной задачей. Именно пассажирские вагоны – главное звено, производящее транспортную продукцию. В рамках структурной реформы отрасли произошли принципиальные изменения в системе организации пассажирских перевозок и управления парком подвижного состава. С 2010 г. функционирует ОАО «Федеральная пассажирская компания» (ОАО «ФПК»), являющаяся, со-

гласно Государственной стратегии развития транспортного комплекса, национальным перевозчиком в дальнем сообщении и выступающая гарантом обеспечения доступных транспортных услуг для всех социальных групп населения в соответствии с их платежеспособным спросом. Учитывая это, схема состава поезда должна рассчитываться с учетом критериев сбалансированности перевозок в регулируемом (плацкартные и общие вагоны, места на поезда 800-й и 900-й нумерации) и дерегулируемом (VIP, СВ, купейные вагоны, места на поезда 700-й нумерации) сегментах дальнего сообщения, а также обеспечивать

максимальное использование вместимости подвижного состава в течение календарного периода (года).

1 Порядок определения состава пассажирского поезда на заданном направлении

Порядок определения схемы состава пассажирского поезда для освоения спроса пассажиров разработан на основе детального анализа показателей работы вагонного парка Северо-Западного филиала ОАО «ФПК». В комплексный анализ включены следующие объекты: железнодорожные направления, поезда различных категорий, группы и типы вагонов в схемах составов, а также показатели объема перевозок пассажиров, пассажирооборота, населенности и степени использования вместимости вагонов, коэффициент временной неравномерности пассажиропотоков [1]. Важнейшими показателями являются коэффициент неравномерности пассажиропотоков, определяемый как частное от деления интересующей величины динамического ряда чисел на среднеарифметическое этого ряда, и использование вместимости вагонов, определяемой как частное от деления выполненных

пассажиро-километров на предложенные место-километры. Данные показатели позволяют получить интегральную оценку работы вагонного парка за отчетный период, а также определить уровень соответствия востребованности предлагаемых услуг и технических возможностей вагонного парка филиала ОАО «ФПК».

Разработанная методика расчета схем состава пассажирского поезда принадлежности ОАО «ФПК» включает пять этапов (рис. 1). Рассмотрим первые три этапа.

На первом этапе исследуется динамика изменения пассажиропотоков по периодам года и определяется временная неравномерность пассажиропотоков, а также периоды роста и спада перевозок для дерегулируемого и регулируемого сегментов. Данная неравномерность находится в прямой зависимости от изменения спроса населения на услуги транспорта по сезонам года, месяцам, кварталам, внутри недели. Именно на такой основе ведется оперативная работа в пассажирском комплексе – изменение размеров движения, периодичности курсирования поездов и схем составов.

Информационное обеспечение данного этапа базируется на отраслевой статистической отчетности ОАО «РЖД» и аналитиче-



Рис. 1. Порядок определения схемы состава пассажирского поезда на заданном направлении

ской отчетности АСУ «Экспресс» [2]. Формы отчетности позволяют изучить фактический (условно реализованный) спрос населения на перевозки по сегментам транспортного рынка, выявить закономерности распределения пассажиропотоков по поясам дальности.

2 Определение однородных выборок количества отправленных пассажиров

Исходными данными для определения однородных выборок для последующего расчета числа схем состава пассажирского поезда приняты фактические данные АСУ «Экспресс» о количестве отправленных пассажиров за каждый день по конкретному поезду в регулируемом и дерегулируемом сегментах в течение рассматриваемого периода (календарный год).

Исходные данные обрабатываются для группировки фактических сведений о количестве отправленных пассажиров за каждый день в регулируемом и дерегулируемом сегментах по периодам так, чтобы в каждом периоде эти сведения представляли собой однородные выборки (рис. 2). Тогда для каждой однородной выборки можно определить конкретную схему состава. При этом количество однородных выборок в календарном периоде (в году) позволит получить соответствующее количество схем для данного состава поезда.

На примере поезда С.-Петербург – Кисловодск применен алгоритм определения однородных выборок количества отправленных пассажиров по конкретному поезду.

На втором этапе выбран первый расчетный период – первая неделя. Для этого периода рассчитан доверительный интервал – границы прогноза (верхняя и нижняя), в пределы которого с заданной вероятностью (σ) попадут фактические значения количества отправленных пассажиров рассматриваемого поезда (рис. 2).

При расчете доверительного интервала задана вероятность попадания фактических значений в заданные границы прогноза – значение сигма (σ). Если сигма равна 3σ , вероятность попадания очередного фактического значения в доверительный интервал составит 99,7%; если 2σ – 95,5%; 1σ – 68,3% [3].

Сигма (среднеквадратическое отклонение) рассчитана по формуле [3]

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (1)$$

где n – объем выборки; x_i – i -й элемент выборки; \bar{x} – математическое ожидание (среднее значение объемов отправок за 7 дней, т. е. за неделю):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad (2)$$

Число однородных выборок (и, соответственно, число схем состава) заранее не определено, поэтому может оказаться большим или, наоборот, слишком малым. В таком случае, чтобы увеличить количество однородных выборок, необходимо изменить границы доверительных интервалов и сделать их более жесткими, например, не 3σ , а 2σ или 1σ . Тогда большее количество периодов станет аномальным по отношению к рассматриваемому периоду и соответственно получится большее количество однородных выборок.

При заданной вероятности 3σ и 2σ количество однородных выборок для поезда С.-Петербург – Кисловодск в течение календарного года составило:

- для 3σ – по два периода в дерегулируемом и регулируемом сегментах;
- для 2σ – по два и три периода, соответственно.

Поскольку пассажирские перевозки в дальнем сообщении неравномерны во временном и пространственных измерениях и спрос на транспортные услуги под воздействием раз-

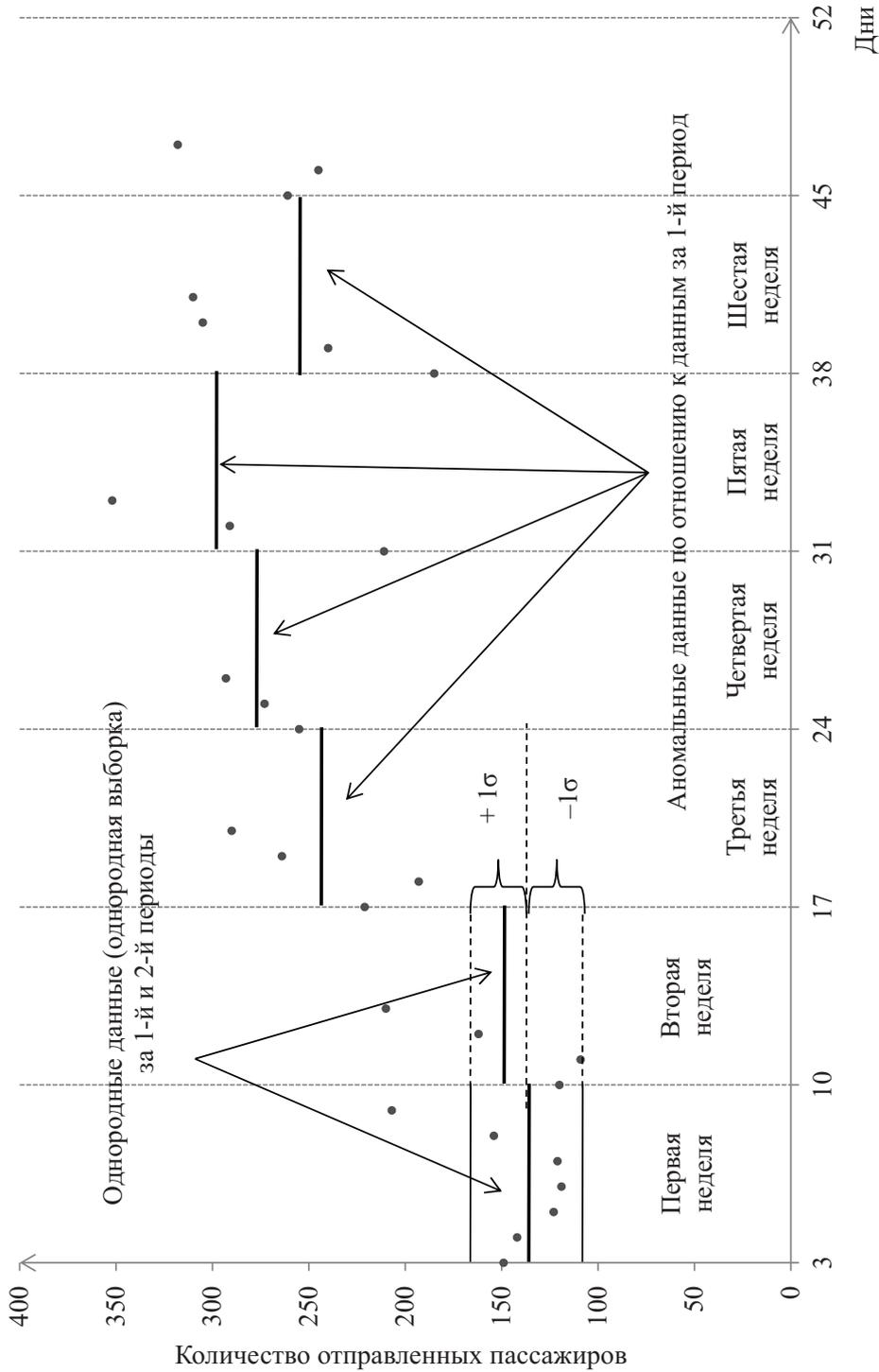


Рис. 2. Определение однородных выборок количества отправленных пассажиров поезда С.-Петербург – Кисловодск в регулируемом сегменте в каждый *i*-й день за I квартал года (точки) и средние значения количества отправленных пассажиров в каждом отдельном периоде – неделе (отрезки)

личных причин может неожиданно меняться, такое количество однородных выборок, как при заданных вероятностях 3σ и 2σ , недостаточно для расчета рационального количества схем составов на весь календарный период (год). В связи с недостаточным количеством полученных схем составов дальнейшие расчеты в исследовании проведены при заданной вероятности 1σ . При такой заданной вероятности получилось пять однородных периодов для дерегулируемого сегмента и три – для регулируемого. Таким образом, в течение календарного года для поезда С.-Петербург – Кировоград получено восемь жестких, неизменных схем составов.

На третьем этапе определены все те недели, для которых значения математического ожидания количества отправленных пассажиров находятся в рамках доверительного интервала для первого периода. Все эти периоды включены в первую выборку и являются однородными. Например, на рис. 2 данные за 1-й и 2-й периоды однородны (однородная выборка). В то же время данные за 3–6-й периоды аномальны по отношению к данным за 1-й период (так как выходят за границы 1σ) и, соответственно, не включены в первую выборку.

После завершения формирования первой однородной выборки переходим к формиро-

ванию второй однородной выборки. Для этого выбран период (неделя), не включенный в первую выборку (на рис. 2 – третий). Для него установлен доверительный интервал, по которому во вторую однородную выборку включены все те периоды (т.е. все те недели), для которых значения математического ожидания количества отправленных пассажиров на рассматриваемый поезд находятся в пределах доверительного интервала для второго периода. Далее по описанному выше способу проведена разбивка на однородные выборки до конца всего календарного периода (года) для регулируемого и дерегулируемого сегментов (пока все недели не были включены в соответствующую однородную выборку). Результат вычислений представлен в таблице.

3 Расчет числа вагонов и схемы состава пассажирского поезда дальнего сообщения

В рамках i -го периода перевозок количество вагонов каждого типа в схеме состава рассчитывается исходя из фактического (условно реализованного) спроса пассажиров:

$$M_{i,j} = f(\bar{A}_{ij}), \quad (3)$$

Количество периодов однородных выборок в дерегулируемом и регулируемом сегментах при заданной вероятности ($\sigma = 1$)

Дерегулируемый сегмент			Регулируемый сегмент		
№ периода	Границы периода, пасс.	№ недели в году	№ периода	Границы периода, пасс.	№ недели в году
1	115–175	1, 2, 14, 17, 18, 33–37, 39, 40, 49	1	580–701	1
2	202–282	3, 4, 6–13, 15, 21–28, 31, 42–47, 50–52	2	474–593	2, 10–33, 35–37, 39–48, 51, 52
3	225–345	5	3	373–524	3–9, 34, 38, 49, 50
4	157–215	16, 19, 20, 29, 30, 32, 41, 48	–	–	–
5	104–130	38	–	–	–

где \bar{A}_{ij} – объемы перевозок в среднем в i -м периоде для j -го типа вагона; j – тип вагона в схеме состава.

Величина $M_{i,j}$ определяется по формуле

$$M_{i,j} = \frac{\bar{A}_{ij}}{B_j} \cdot \lambda_j^H, \quad (4)$$

где B_j – вместимость вагона j -го типа (число предложенных к реализации мест); λ_j^H – нормативный коэффициент вместимости в вагоне j -го типа.

Тогда общее число вагонов в схеме состава составит

$$M_i = \sum_{j=1}^m M_{ij} = \frac{\bar{A}_{ij}}{B_j} \cdot \lambda_j^H, \quad (5)$$

где m – число типов вагонов.

Количество вагонов дерегулируемого и регулируемого сегментов в составе поезда, их вместимость и порядок следования определяется макетом схемы состава поезда. Схема устанавливается на конкретные даты отправления в прямом и обратном направлениях и зависит от особенностей конкретного поезда филиала ОАО «ФПК».

Заключение

Разработанная методика расчета схем составов поездов позволяет в соответствии с годовым циклом неравномерности пассажир-

ских перевозок обеспечивать выбор состава для каждого периода с учетом дифференциации спроса в регулируемом и дерегулируемом сегментах. Разработан механизм определения и группировки характерных однородных периодов спроса в рамках календарного года для заданного направления. Для каждого периода предложено обеспечить расчет схем составов по критерию максимального освоения спроса на вагоны различных типов. На этапе разработки графика движения поездов данный подход позволяет рассчитать общую потребность в вагонах рабочего парка по всем поездкам филиала ОАО «ФПК», что повышает качество планирования работы подвижного состава и снижает эксплуатационные расходы, связанные с недоиспользованием вместимости вагонов.

Библиографический список

1. **Исследование** региональных особенностей транспортного рынка Северо-Западного филиала ОАО «ФПК» / Е. А. Макарова, А. В. Атанова // Вестн. ун-та (Гос. ун-т управления). – 2012. – Вып. 5. – С. 24–30.
2. **Принципы** построения аналитической отчетности для пассажирского комплекса ОАО «РЖД» на базе АСУ «Экспресс» / Е. А. Макарова // Железнодорожный транспорт на современном этапе : сб. науч. трудов ОАО «ВНИИЖТ» / под ред. Б. М. Лapidуса, Г. В. Гогричиани. – Москва : ВМГ–Принт, 2014. – С. 29–35.
3. **Статистика** / А. М. Годин. – 9-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дашков и Ко, 2011. – 460 с.