

УДК 656.07

Ю. О. ПАЗОЙСКИЙ, доктор технических наук, М. Ю. САВЕЛЬЕВ, кандидат технических наук, А. А. СИДРАКОВ, кандидат технических наук, Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЗОННОГО ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПРИГОРОДНЫХ ПОЕЗДОВ

Приведен анализ натуральных обследований населенности пригородных поездов, обращающихся в Московском железнодорожном узле в пределах как «пикового», так и «непикового» периодов. Представлена методика расчета зонных размеров движения пригородных поездов в условиях применения зонного параллельного графика их движения.

Неравномерность распределения пригородного пассажиропотока по длине пригородного участка, примыкающего к крупному городу, вызывает необходимость организации зонного движения пригородных поездов. Для этого участок делится на технические зоны зонными техническими станциями – станциями оборота составов пригородных поездов. Зонное движение пригородных поездов призвано существенно сократить пробег свободных мест в поездах, так как по мере удаления от головной станции пригородного участка пассажиропоток резко падает.

Наиболее предпочтительным и удобным для пассажиров является зонный параллельный график движения пригородных поездов, при котором поезда следуют со всеми остановками (рисунок 1).

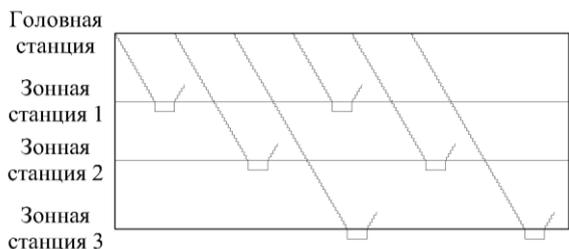


Рисунок 1 – Прокладка ниток зонного параллельного графика движения:

~~~~~ – нитки графика пригородных поездов со всеми остановками

При таком типе графика движения пассажиры, следующие на остановочный пункт некоторой зоны, могут воспользоваться как поездами своей зоны, так и поездами более дальних технических зон.

Натурные обследования населенности пригородных поездов, обращающихся в Московском железнодорожном узле, показали, что пригородный пассажиропоток имеет постоянную интенсивность в пределах как «пикового», так и «непикового» периодов. Более того, можно предположить, что при зонном параллельном графике пассажиропоток равномерно распределяется по поездам как данной зоны, так и более дальних зон внутри каждого из этих периодов. Это обстоятельство позволяет сделать вывод о том, что существующие методики расчета размеров движения пригородных поездов [1–3], не учитывающие специфики зонного параллельного графика движения, не дают достоверных результатов, так как моделирование распределения пригородного потока по поездам по этим методикам приводит к необходимости освоения пассажиропотока

каждой зоны только поездами этой зоны. В реальных условиях такой подход к определению размеров движения пригородных поездов приводит к тому, что пассажиры ближних зон занимают места в поездах, следующих на дальние зоны, ухудшая при этом условия проезда для пассажиров дальних зон, а поезда ближних зон следуют зачастую полупустыми.

В связи с этим возникает необходимость в создании новой методики расчета зонных размеров движения пригородных поездов в условиях применения зонного параллельного графика их движения.

Пусть  $\rho(e)$  – плотность распределения пассажиропотока на участке.

$\Gamma_i$  – густота пассажиропотока на  $i$ -й технической зоне за рассматриваемый период, например за сутки (рисунок 2).

Тогда

$$\Gamma_1 = \int_0^L \rho(l)dl, \Gamma_2 = \int_{e_1}^L \rho(l)dl, \dots, \Gamma_i = \int_{l_{i-1}}^L \rho(l)dl, \dots, \Gamma_n = \int_{l_{n-1}}^L \rho(l)dl. \tag{1}$$

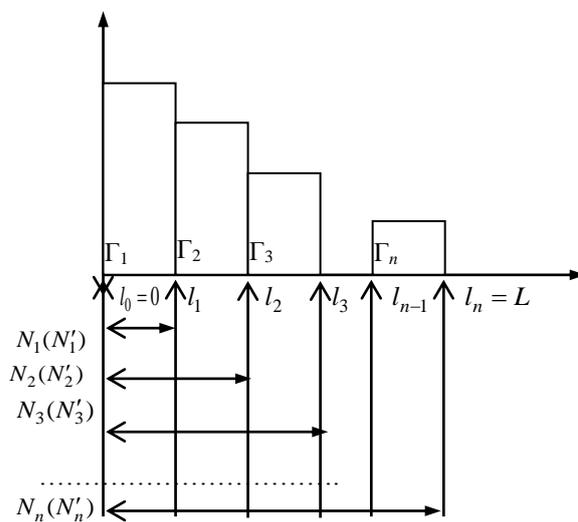


Рисунок 2 – Густоты пассажиропотока и зонные размеры движения

В этом случае число пассажиров назначением на  $i$ -ю техническую зону будет равно

$$\Gamma_i - \Gamma_{i-1} = \int_{l_{i-1}}^l \rho(l)dl, \quad i = 1, 2, \dots, n. \tag{2}$$

Потребное число поездов одного направления за рассматриваемый период при обеспечении наименьшего пробега свободных мест в поездах в соответствии с существующей методиками [1–3] будет равно

$$\begin{aligned}
N_1' &= \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a} \cdot \frac{N_1}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} = \frac{1}{a} \int_0^{l_1} \rho(l) dl \cdot \frac{N_1}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}; \\
N_2' &= \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a} \cdot \frac{N_2}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} + \frac{\Gamma_2 - \Gamma_3}{a} \cdot \frac{N_1}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} = \\
&= \frac{1}{a} \int_0^{l_1} \rho(l) dl \cdot \frac{N_2}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} + \frac{1}{a} \int_{l_1}^{l_2} \rho(l) dl \cdot \frac{N_2}{N_2 + \dots + N_n}; \\
N_3' &= \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a} \cdot \frac{N_3}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} + \frac{\Gamma_2 - \Gamma_3}{a} \cdot \frac{N_3}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} + \\
&+ \frac{\Gamma_3 - \Gamma_4}{a} \cdot \frac{N_3}{N_3 + \dots + N_n} = \frac{1}{a} \int_0^{l_1} \rho(l) dl \cdot \frac{N_3}{N_3 + N_2 + \dots + N_n} + \\
&+ \frac{1}{a} \int_{l_1}^{l_2} \rho(l) dl \cdot \frac{N_3}{N_2 + \dots + N_n} + \frac{1}{a} \int_{l_2}^{l_3} \rho(l) dl \cdot \frac{N_3}{N_3 + \dots + N_n}; \\
N_n' &= \frac{1}{a} \int_0^{l_1} \rho(l) dl \cdot \frac{N_n}{\sum_{k=1}^n N_k} + \frac{1}{a} \int_{l_1}^{l_2} \rho(l) dl \cdot \frac{N_n}{\sum_{k=2}^n N_k} + \dots + \frac{1}{a} \int_{l_{i-1}}^{l_i} \rho(l) dl \cdot \frac{N_n}{N_n}, \quad (3)
\end{aligned}$$

где  $a$  – вместимость поезда.

Рассмотрим пример определения зонных размеров движения для пригородного участка с тремя техническими зонами (рисунок 3) при условии, что  $a = 1$ .

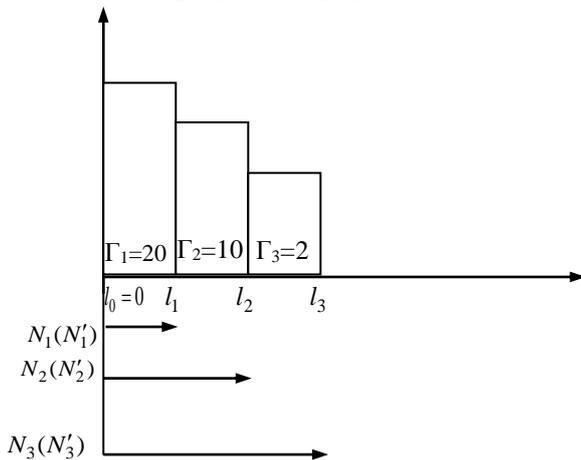


Рисунок 3 – Исходные данные примера

Тогда

$$N_1' = \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a} = 10; \quad N_2' = \frac{\Gamma_2 - \Gamma_3}{a} = 8;$$

Получено 14.10.2018

**Yu. O. Pazoysky, M. Yu. Savelyev, A. A. Sidrakov.** The specific use of parallel graphics the suburban trains.

The analysis of full-scale surveys of the population of commuter trains operating in the Moscow railway junction within both "peak" and "off-peak" periods is given. The technique of calculation of the zone sizes of movement of suburban trains in the conditions of application of the zone parallel schedule of their movement is presented.

$$N_3' = \frac{\Gamma_3}{a} = 2 \text{ поезда.}$$

При этом в случае равномерного доступа пассажиров к поездам, следующим по зоне,

$$N_1' = \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a} \cdot \frac{N_1}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} = 10 \cdot \frac{10}{10 + 8 + 2} = 10 \cdot \frac{1}{2} = 5;$$

$$\begin{aligned}
N_2' &= \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a} \cdot \frac{N_2}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} + \frac{\Gamma_2 - \Gamma_3}{a} \cdot \frac{N_2}{N_2 + N_3} = \\
&= 10 \cdot \frac{8}{10 + 8 + 2} + 8 \cdot \frac{8}{8 + 2} = 10,4;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_3' &= \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a} \cdot \frac{N_3}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} + \frac{\Gamma_2 - \Gamma_3}{a} \cdot \frac{N_3}{N_2 + N_3} + \\
&+ \frac{\Gamma_3}{a} \cdot \frac{N_3}{N_3} = 10 \cdot \frac{2}{10 + 8 + 2} + 8 \cdot \frac{2}{8 + 2} + 2 \cdot \frac{2}{2} = 4,6 \text{ поезда.}
\end{aligned}$$

Тогда

$$N_1' + N_2' + N_3' = 5 + 10,4 + 4,6 = 20;$$

$$N_2' + N_3' = 10,4 + 4,6 = 15;$$

$$N_3' = 4,6 = 5 \text{ поездов.}$$

Таким образом, требование равномерного доступа пассажиров к проходящим поездам приводит к существенному увеличению потребного числа поездов дальних зон и снижению потребного числа поездов первой технической зоны.

#### Список литературы

1 **Пазойский, Ю. О.** Пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте (примеры, задачи, модели, методы и решения : учеб. пособие. / Ю. О. Пазойский, В. Г. Шубко, С. П. Вакуленко. – М. : ФГБОУ «Учеб.-метод. центр на ж.-д. трансп.», 2016. – 364 с.

2 Организация пригородных железнодорожных перевозок : учеб. пособие / Ю. О. Пазойский [и др.] ; под ред. Ю. О. Пазойского. – М. : ФГБОУ «Учеб.-метод. центр на ж.-д. трансп.», 2015. – 270 с.

3 Организация пассажирских перевозок : учебник / под ред. А. Г. Котенко и Е. А. Макаровой. – М. : ФГБУ ДПО «Учеб.-метод. центр на ж.-д. трансп.», 2017. – 136 с.