

ТРАНСПОРТ

УДК 625.225

И.Н. Писарева

Анализ неравномерности прибытия грузовых поездов на сортировочную станцию

Неравномерность движения поездов оказывает существенное влияние на работу железнодорожного транспорта. Колебания объемов работы и интервалов прибытия грузовых поездов на железнодорожную станцию значительно влияют на качество работы станции, приводят к увеличению простоя транзитных вагонов с переработкой и без переработки на железнодорожной станции на элементе «ожидание технического обслуживания», задержкам поездов на подходах к станции.

В статье приведены результаты сравнительного анализа объемов работы нечетных парков прибытия и транзитного парка, интервалов прибытия нечетных разборочных и транзитных поездов на сортировочную станцию И. При сравнении фактического прибытия грузовых поездов на железнодорожную станцию со среднегодовым установлено, что колебания поездопотоков различных категорий составляют до 10 поездов в сутки. При анализе прибытия грузовых поездов по трем часовым периодам выявлено, что сгущение поступления поездов на станцию наблюдается в утренние и вечерние часы. Кроме того, установлено, что неравномерность прибытия грузовых поездов на сортировочную станцию в большей степени зависит от максимального интервала между поступающими поездами, а не от количества поездов. Неравномерность прибытия разборочных и транзитных поездов с направления на станцию мало зависит друг от друга. Наибольшая неравномерность характерна для транзитных поездов. Поток грузовых поездов, поступающий на сортировочную станцию с направления, можно считать пуассоновским. При анализе количества интервалов между прибывающими поездами установлено, что наиболее часто встречающиеся интервалы находятся в диапазоне от 5 до 15 мин.

Ключевые слова: станция, грузовой поезд, неравномерность, разборочный поезд, транзитный поезд, показатели работы, интервал прибытия.

В работе железнодорожного транспорта первостепенную роль играют железнодорожные станции, в частности сортировочные. На сортировочных станциях вагон находится 25 % времени от своего оборота. Показатели работы станции зависят, с одной стороны, от технологии ее работы, технического оснащения и эксплуатационного штата работников; с другой стороны – от объемов поступающих транзитных вагонов с переработкой и без переработки, неравномерности поступления поездов на станцию. Объемы работы имеют внутригодовую (сезонную), месячную и суточную неравномерность [1, 2]. Кроме того, интервалы между моментами поступления грузовых поездов на станцию (в систему) колеблются в достаточно широких пределах, что приводит к увеличению межоперационных простоев, неравномерной загрузке технических средств и устройств, а также эксплуатационного штата в течение смены и суток. Данной проблемой в разные годы занимались многие ученые [1, 3–6]. Но она остается актуальной и в настоящее время [7–9] в условиях движения грузовых поездов по расписанию.

В связи с вышеизложенным была поставлена задача выполнить анализ количества и неравномерности прибытия нечетных грузовых поездов на станцию И.

На рис. 1 приведены суточные размеры прибытия нечетных грузовых поездов в нечетную систему станции И за вторую декаду октября 2015 г.

Среднесуточное прибытие нечетных грузовых поездов составляет 94 поезда: разборочных – 49, транзитных – 45. Суточные колебания разборочных поездов составляют от 1 до 7, транзитных – до 10.

На рис. 2 показан коэффициент суточной неравномерности прибытия поездов на станцию, определяемый как отношение количества прибывших поездов за сутки N к среднесуточному за год $N_{\text{ср}}$:

$$k_{\text{нп}} = \frac{N}{N_{\text{ср}}}.$$

Из анализа диаграмм (см. рис. 2) следует, что в течение декады колебания размеров прибытия грузовых поездов составляют 2–12 %. Но при поступлении на станцию поток грузовых поездов разделяется по категориям – на

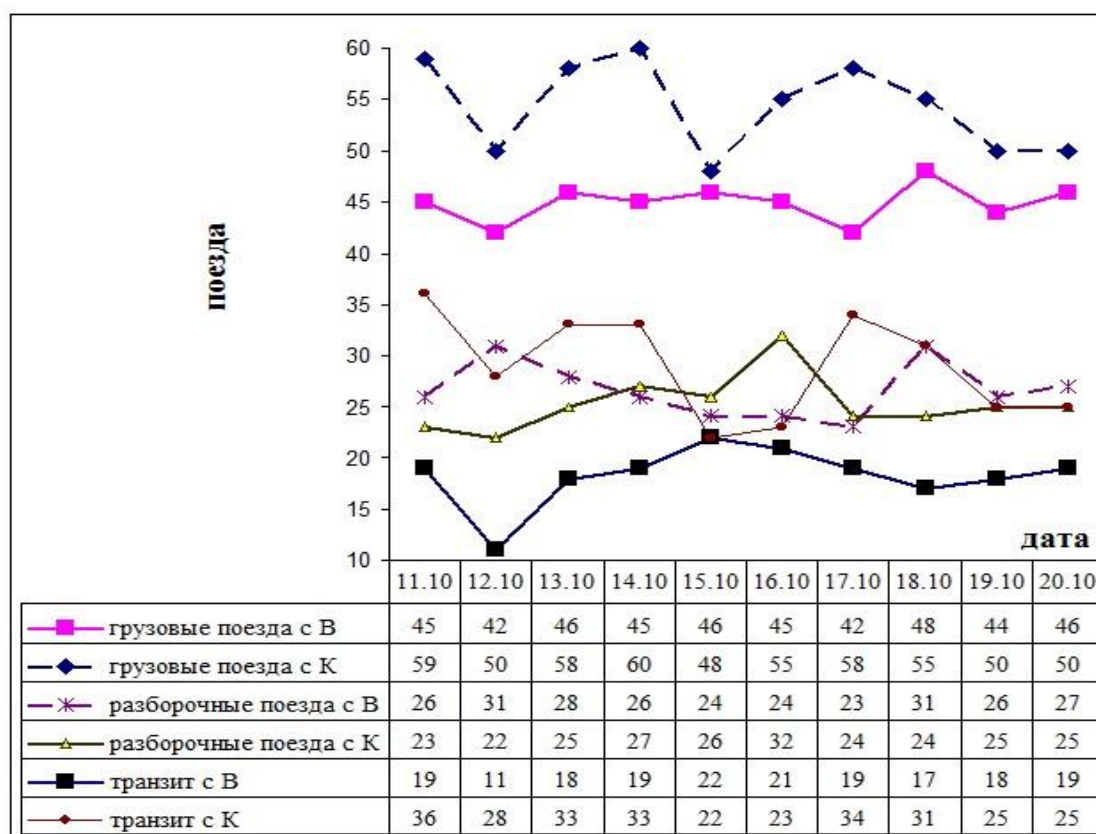


Рис. 1. Суточные размеры прибытия нечетных грузовых поездов

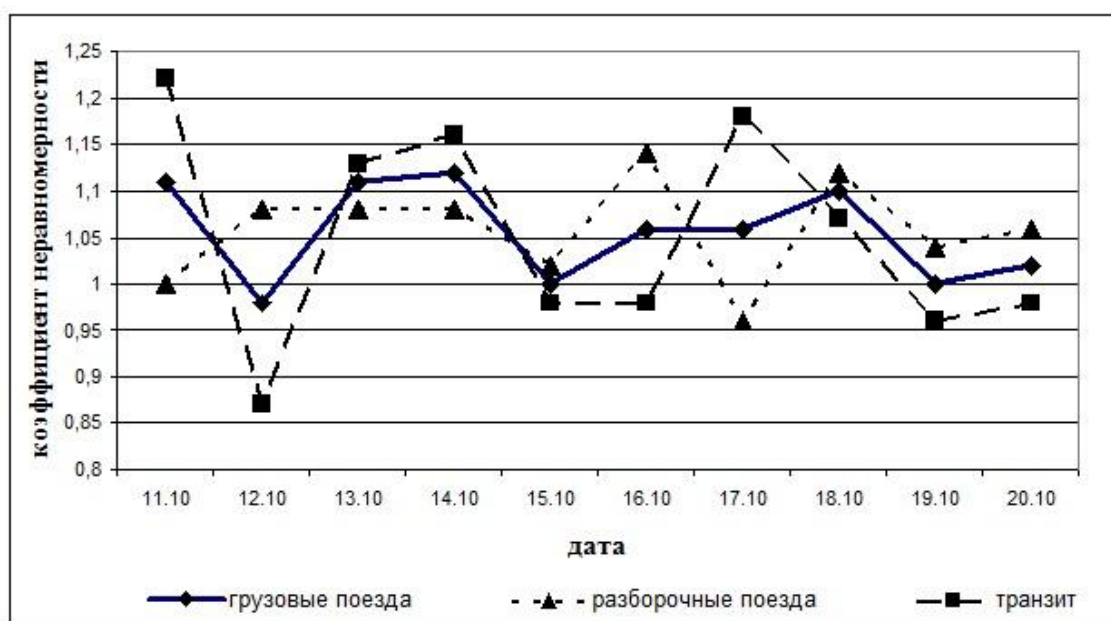


Рис. 2. Коэффициент неравномерности прибытия нечетных грузовых поездов

разборочные и транзитные поезда, а при входе в парк происходит объединение потоков разборочных (транзитных) поездов с направлений В и К. При объединении потоков суточные колебания достигают 22 %, что негативно сказывается на работе станции.

Кроме того, выполнен анализ внутрисуточной неравномерности прибытия нечетных грузовых поездов за 10 сут с направлений В, К (рис. 3, 4), а также разборочных поездов в парк приема (рис. 5) и транзитных поездов в транзитный парк (рис. 6).

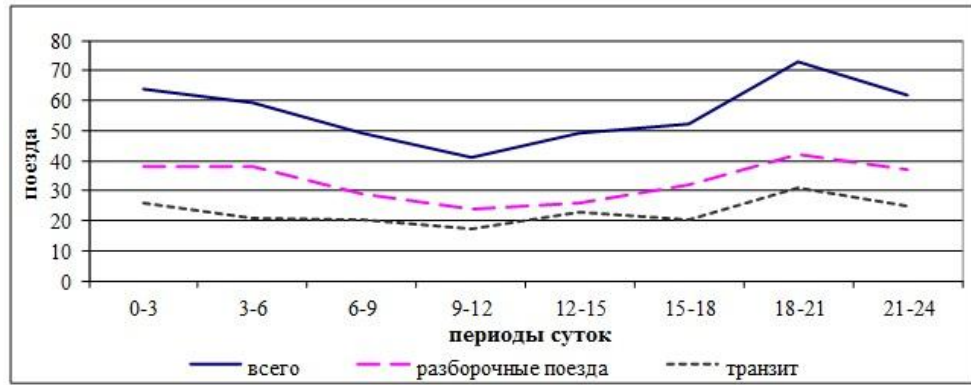


Рис. 3. Прибытие нечетных грузовых поездов с направления В



Рис. 4. Прибытие нечетных грузовых поездов с направления К

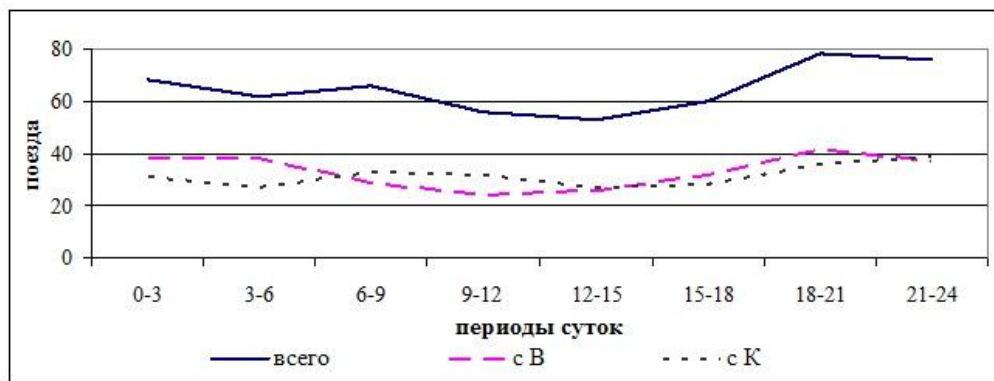


Рис. 5. Прибытие нечетных разборочных поездов

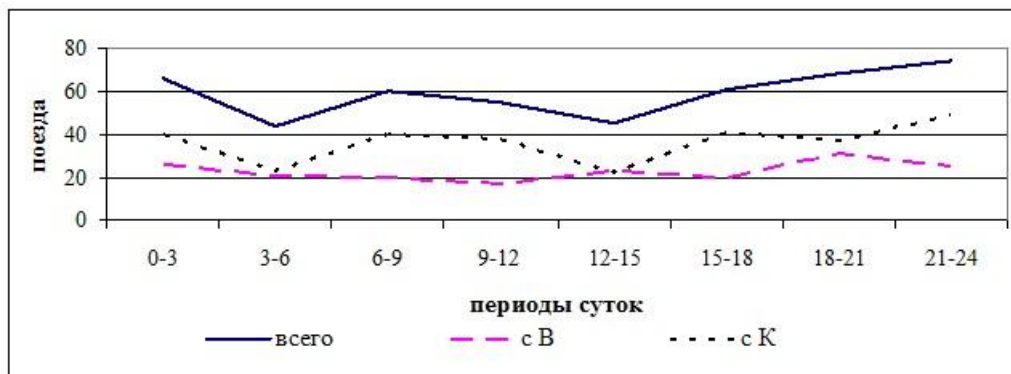


Рис. 6. Прибытие нечетных транзитных поездов

Из диаграмм, приведенных на рис. 3–6, следует:

- наибольшее число поездов на станцию поступает в начале (с 0 до 3 ч до 15 поездов за трехчасовой период) и конце суток (с 18 до 24 ч до 20 поездов за трехчасовой период);
- после 9 ч происходит спад в объемах работы (5 поездов за трехчасовой период);
- после 15 ч количество прибывающих на станцию поездов увеличивается.

Причем это характерно и для примыкающих к станции направлений, и для категорий поездов.

Далее проводилось исследование интервалов прибытия нечетных грузовых поездов с направлений *B* и *K* в целом и по категориям (рис. 7, 8), а также потоков разборочных и транзитных поездов, поступающих в парки с двух направлений. Установлено, что поезда с направлений прибывают пакетами – по 3–5 поездов.

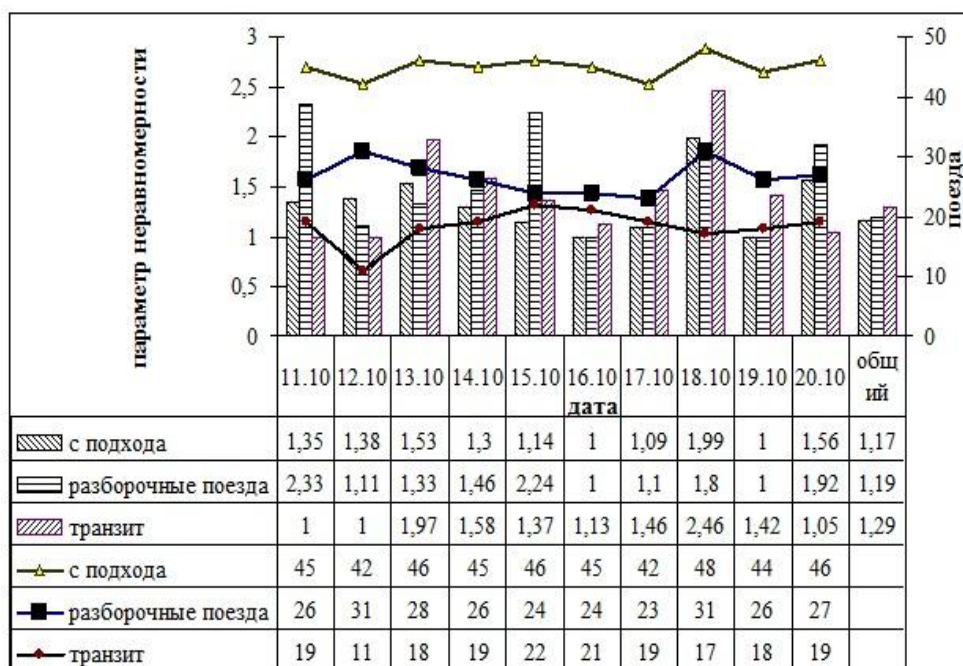


Рис. 7. Неравномерность интервалов прибытия грузовых поездов с направления *B*: столбики – параметры неравномерности; линии – поезда

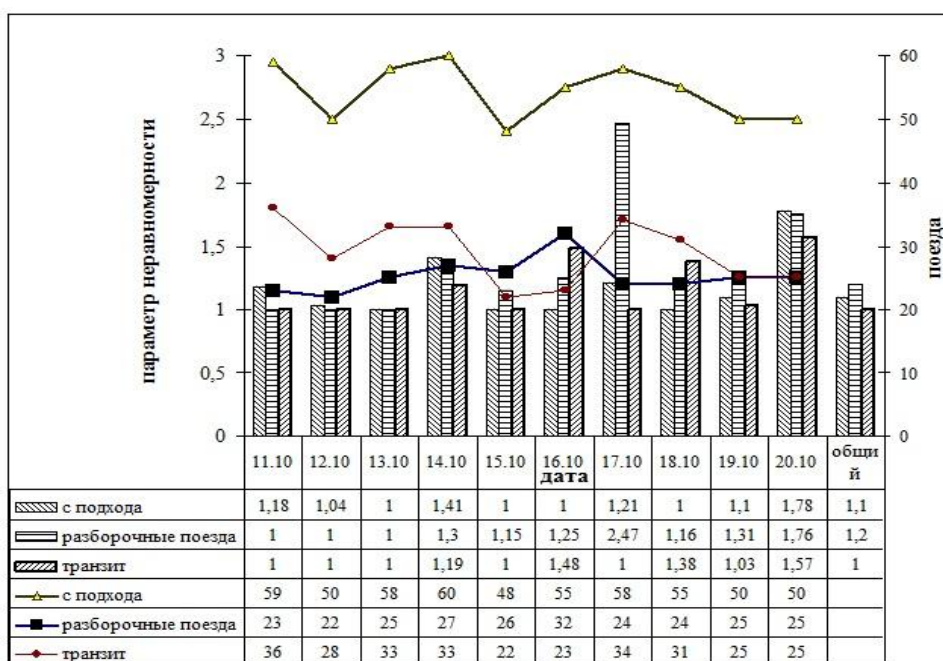


Рис. 8. Неравномерность интервалов прибытия грузовых поездов с направления *K*

Параметр распределения интервалов l , характеризующий неравномерность подхода поездов, определяется по формуле [2, 10]

$$l = \frac{I_{\text{ср}}}{D[I]},$$

где $I_{\text{ср}}$ – средний интервал поступления грузовых поездов; $D[I]$ – дисперсия интервалов.

Из анализа гистограмм (см. рис. 7, 8) следует, что грузовые поезда с подходов прибывают достаточно неравномерно. Уменьшение неравномерности (для разборочных поездов с K параметр неравномерности за 17.10 составил 2,47, для разборочных поездов с B за 11.10 – 2,33, за 15.10 – 2,24, за 20.10 – 1,92; для транзитных поездов с B за 18.10 – 2,46) связано с со-

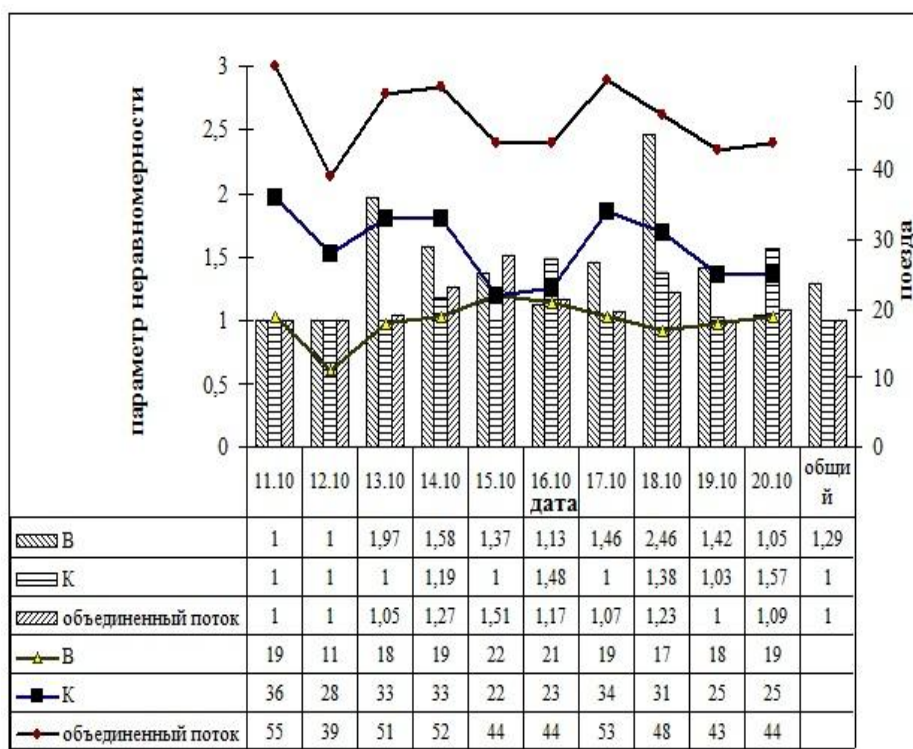


Рис. 9. Неравномерность интервалов прибытия нечетных транзитных поездов

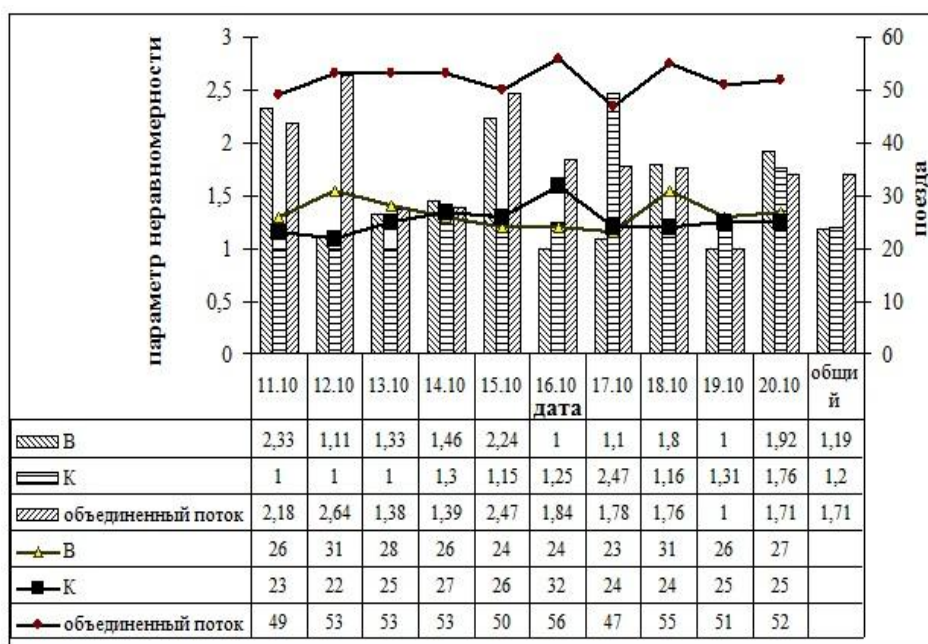


Рис. 10. Неравномерность интервалов прибытия нечетных разборочных поездов

кращением максимального интервала между поездами, а не с количеством прибывающих поездов. Причем параметры неравномерности прибытия поездов разной категории с направления мало зависят друг от друга.

Потоки поступающих на станцию грузовых поездов с направлений можно считать пуассоновскими, а распределение интервалов между поездами – показательным [2, 6].

Из анализа гистограмм (см. рис. 9, 10) следует, что при объединении потоков поездов по категориям с направлений *В* и *К* однозначный

вывод о характере неравномерности сделать нельзя: неравномерность то увеличивается, что характерно в основном для потока транзитных поездов (для транзитных и разборочных поездов параметр неравномерности за 19.10 равен 1), то уменьшается (для разборочных поездов параметр неравномерности за 12.10 составил 2,64; за 15.10 – 2,47; за 16.10 – 1,84).

На рис. 11–14 приведено изменение количества интервалов между прибывающими поездами с подхода и по категориям.

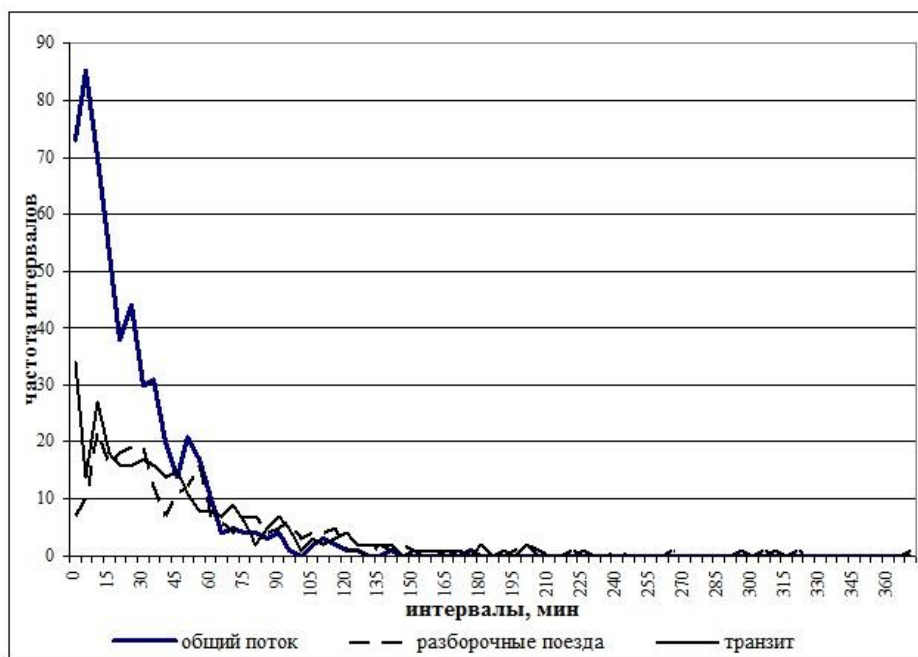


Рис. 11. Интервалы прибытия нечетных грузовых поездов с направления *К*

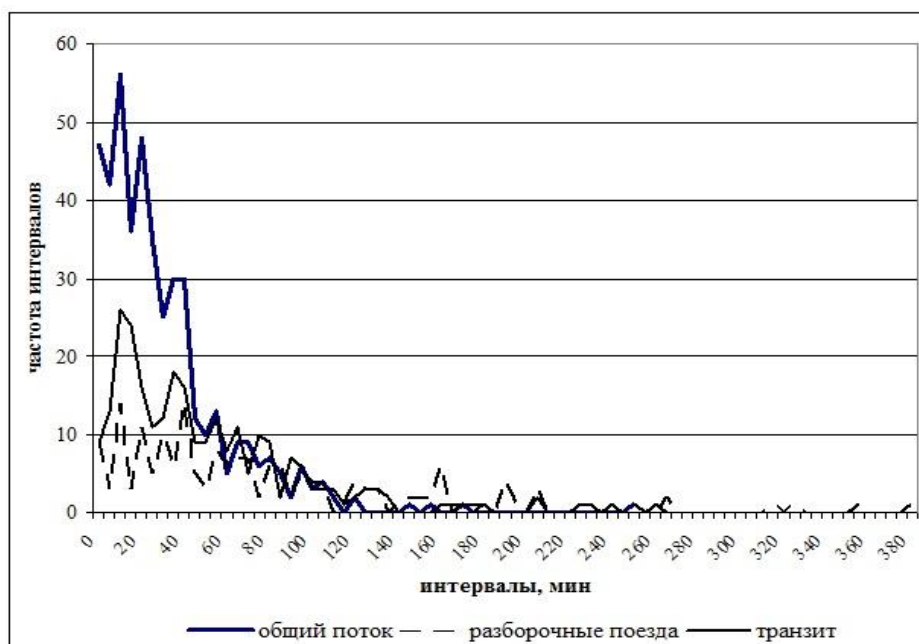


Рис. 12. Интервалы прибытия нечетных грузовых поездов с направления *В*

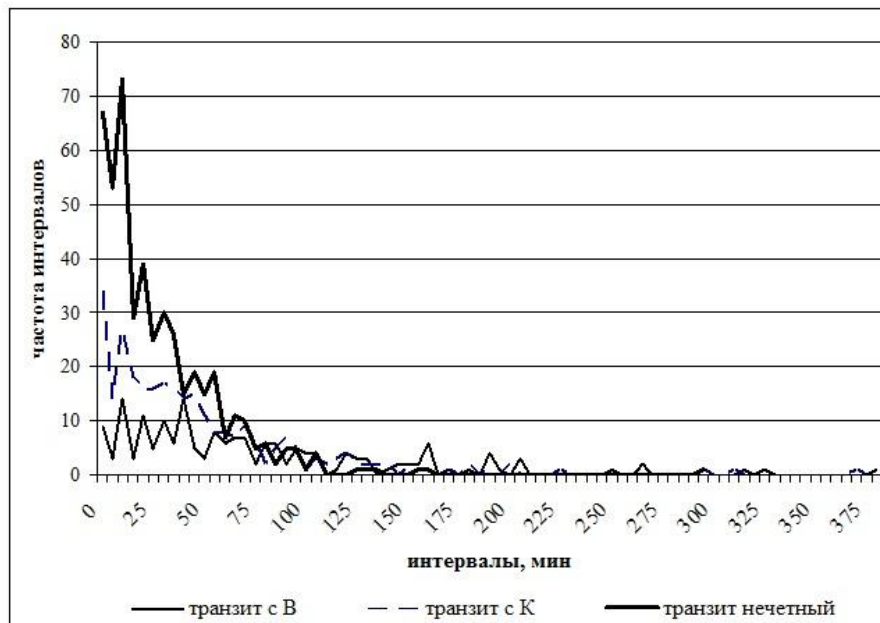


Рис. 13. Интервалы прибытия нечетных транзитных поездов

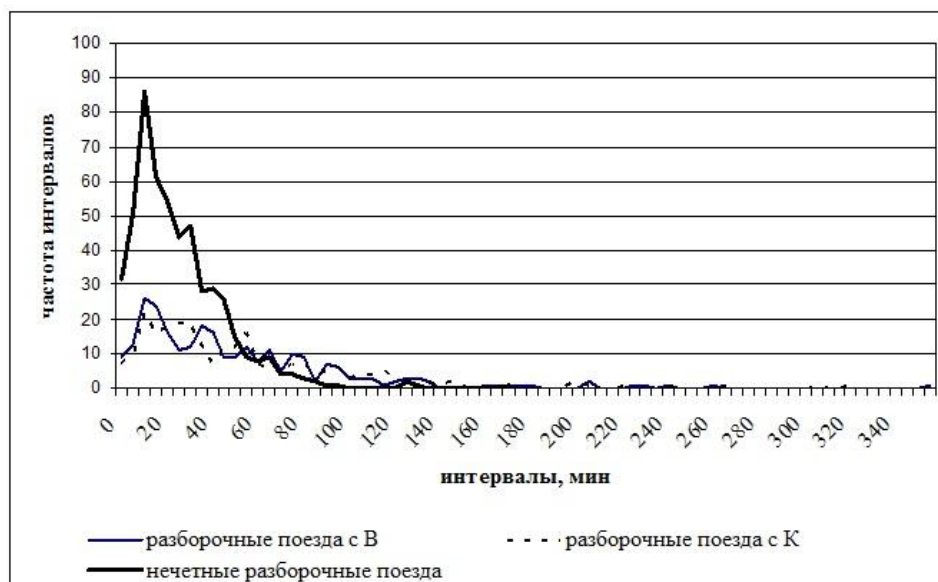


Рис. 14. Интервалы прибытия нечетных разборочных поездов

Из анализа диаграмм, представленных на рис. 11–14 следует:

- наиболее часто встречающиеся интервалы между прибывающими грузовыми поездами с *В* находятся в диапазоне от 10 до 15 мин, с *К* – от 5 до 10 мин; между разборочными поездами с *В* – от 10 до 15 мин, с *К* – от 10 до 15 мин и от 40 до 45 мин; между транзитными поездами с *В* – от 10 до 15 мин, с *К* – от 0 до 5 мин и от 40 до 45 мин;

- при увеличении продолжительности интервалов количество их резко уменьшается;

- средние значения интервалов колеблются в пределах 26–78 мин (26 мин – средний интервал между прибывающими грузовыми поездами с *К*, 32 мин – то же с *В*; 53,8 и 56,7 мин – между прибывающими разборочными поездами с *В* и *К* соответственно, 27 мин – между прибывающими разборочными поездами в парк приема; 78 и 39 мин – между прибывающими транзитными поездами с *В* и *К* соответственно, 30 мин – между прибывающими транзитными поездами в транзитный парк).

Такие колебания неравномерности прибытия грузовых поездов в парки станции приводят к увеличению межоперационных простоев, в частности к ожиданию обработки бригадами вагонников: при среднем простое раз-

борочных поездов в ожидании обработки 0,2 ч увеличение составляет 0,2–0,3 ч, при среднем простое транзитных поездов в ожидании обработки 0,1 ч увеличение составляет 0,15–0,25 ч, а в пиковые периоды до 0,5 ч.

Библиографический список

1. Барков Н.Н. Сезонная и внутринедельная неравномерность грузовых перевозок на железных дорогах // Труды ВНИИЖТ. М.: Трансжелдориздат, 1963. Вып. 249. 95 с.
2. Быкадоров А.В., Потапов П.Р. Управление качеством работы станций. Новосибирск: НИИЖТ, 1988. 76 с.
3. Грунтов П.С. Исследование влияния неравномерности движения на технологию сортировочных станций: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Гомель, 1965. 25 с.
4. Левин Д.Ю. Оптимизация потока поездов. М.: Транспорт, 1988. 175 с.
5. Угрюмов А.К. Неравномерность движения поездов. М.: Транспорт, 1968. 112 с.
6. Федотов Н.И. Исследование процессов работы и проектирования транспортных систем при колебаниях транспортных потоков: Дис. ... д-ра техн. наук. Новосибирск, 1971. 470 с.
7. Баранчев М.О. Влияние сезонной неравномерности грузовых перевозок на текущие затраты железных дорог: Автореф. дис. ... канд. экон. наук. Новосибирск, 2005. 24 с.
8. Бодюл В.И. Повышение ритмичности и эффективности транспортного производства на основе снижения внутрисуточной неравномерности грузовых перевозок на железных дорогах: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 2006. 47 с.
9. Сотников Е.А., Шенфельд К.П. Неравномерность грузовых перевозок в современных условиях и ее влияние на требуемую пропускную способность участков // Вестник ВНИИЖТ. 2011. № 5. С. 3–9.
10. Сотников И.Б. Технология работы сортировочных станций. М.: ВЗИИТ, 1972. 83 с.
11. Бородин А.Ф. Эксплуатационная работа железнодорожных направлений // Труды ВНИИАС. М.: ВНИИАС, 2008. Вып. 6. 320 с.

I.N. Pisareva

Irregularity Analysis of Freight Train Arrivals to the Marshalling Yard

Abstract. Railway traffic irregularity largely affects the railway operation. Changes of the amount of work and those of the intervals between freight train arrivals affect the quality of work and lead both to an increased detention rate of transit cars at railway station as those cars wait for technical maintenance and to a delay of the trains approaching the station.

In the present article, we report on the results of a comparative analysis of the arrivals and departures of transit trains at marshalling yard "I". When the actual amount of freight train arrivals per years was compared to the average annual total of such arrivals, it was found that the train arrival irregularity for trains of different types amounted to ten trains per 24 hours. The arrivals of freight trains were analyzed based on 3-hour intervals, and it was found that most arrivals occurred in the morning and evening hours. Besides, the irregularity of freight train arrivals proved to depend predominantly on the maximum interval between train arrivals rather on the total amount of such trains. The irregularities of train arrivals for split and transit trains weakly depended on each other. A largest irregularity was typical of transit trains. The distribution of freight trains arriving at the station was close to the Poisson one. An analysis of the amount of the intervals between train arrivals has shown that the most frequently occurring intervals were in the range from five to fifteen minutes.

Key words: *station; freight train; irregularity; train for split; transit train; performance; arrival interval.*

Писарева Инна Николаевна – старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой» СГУПС. E-mail: in54@mail.ru