УДК 656.222.4.021.8 DOI:http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-2-59-65

О процессе взаимодействия технических станций и перегонов при пропуске поездопотоков

М. И. МЕХЕДОВ, Л. А. МУГИНШТЕЙН

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), Москва, 129626, Россия

Аннотация. Вопросы интенсификации движения на железнодорожных линиях всегда имеют высокую степень актуальности. Пропускная и провозная способность железнодорожной линии определяется расчетным путем на основании аналитических зависимостей, тем не менее, как и в прошлые периоды развития железнодорожного транспорта, в настоящее время отдельные направления испытывают серьезные затруднения в пропуске поездопотоков. При этом принятые расчетные показатели пропускной способности таких линий не позволяют объективно определять причины затруднений в пропуске поездопотоков и вырабатывать необходимые решения по их преодолению.

В статье обосновывается необходимость комплексных подходов при анализе пропускной способности железнодорожной линии с взаимоувязкой основных составляющих ее элементов и определением лимитирующих.

С учетом этого определены существенные зависимости между перегонами и техническими станциями.

Ключевые слова: пропускная способность; межпоездной интервал; техническая станция; приемоотправочный парк; поездопотоки; участковая скорость; лимитирующий по пропускной способности элемент железнодорожной линии

Введение. Вопросы определения и оценки лимитирующих элементов железнодорожных линий являются достаточно актуальными: они обсуждались и постоянно обсуждаются в научной и производственной среде. В статье на основании выполненных исследований и опыта организации пропуска поездопотоков на одном из наиболее загруженных железнодорожных направлений Забайкальской железной дороги предпринимается попытка выделения основных факторов, влияющих на пропускную и провозную способность грузонапряженных направлений.

Железнодорожную инфраструктуру можно разделить для целей настоящей работы на несколько укрупненных элементов: перегоны, входные и выходные горловины технических станций, приемоотправочные парки. В данной статье не рассматриваются устройства энергоснабжения, объекты локомотивного хозяйства, показатели работы которых изменяются менее динамично.

Пропускная способность перегонов двухпутной линии, оборудованной автоблокировкой, определяется известным выражением [1]:

$$N_{\text{пер}} = \frac{1440 - t_{\text{техн}}}{I}\alpha_{\text{н}}, \quad (1)$$

где 1440 — суточный лимит времени, мин; $t_{\text{техн}}$ — продолжительность свободного от поездов промежутка времени, предоставляемого в графике движения для выполнения работ по текущему содержанию объектов инфраструктуры, мин; I — расчетный межпоездной интервал, мин; $\alpha_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий надежность работы технических средств.

Для упрощения расчетов будем рассматривать идеализированную железнодорожную линию, на которой нет необходимости предоставлять «окна» для ремонта и содержания инфраструктуры. Коэффициент надежности работы технических средств в данном случае принимается равным 1. С учетом этого выражение (1) может быть представлено в виде

$$N_{\text{пер}} = \frac{1440}{I}. \quad (2)$$

Фактически в этом случае количество поездов, пропускаемых по перегону за период времени (в данном случае — за сутки), определяется только межпоездным интервалом. При интервале, равном 10 мин, по такой линии может быть пропущено 144 поезда в сутки.

Обратимся к пропускной способности парка технической станции, которая согласно [2] определяется из следующего соотношения:

$$N_{\text{поп}} = \frac{1440m - \sum t_{\text{тех.ст}}}{t_{\text{зан}}}, \quad (3)$$

где m — количество приемоотправочных путей парка; $t_{\text{зан}}$ — средневзвешенное время занятости пути одним поездом, мин; $\sum t_{\text{тех.ст}}$ — время занятости путей в течение суток для выполнения постоянных операций (проведение ремонтных работ на инфраструктуре), мин.

В реальных условиях эксплуатации железнодорожной линии работы по ремонту инфраструктуры приемоотправочных путей согласуются с технологическими «окнами» на перегонах. С учетом этого и принятых допущений далее в расчетах элемент $\sum t_{\text{тех.ст}}$ учитываться не будет, и соотношение (3) будет иметь следующий упрощенный вид:

E-mail: Mekhedov.Mikhail@vniizht.ru (М. И. Мехедов)

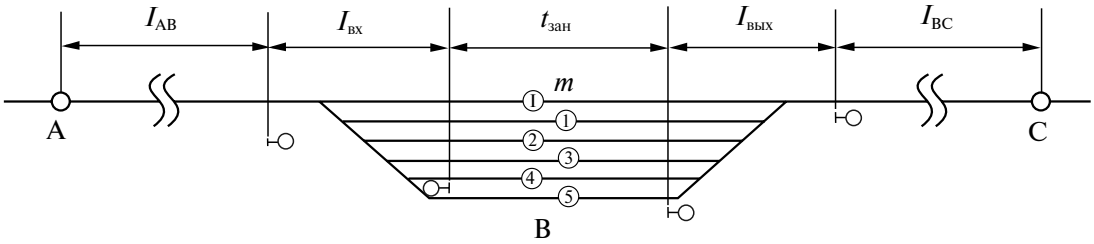


Рис. 1. Условное направление железнодорожной линии АС:
$I_{АВ}$ и $I_{ВС}$ — расчетный межпоездной интервал на участках АВ и ВС соответственно, мин
Fig. 1. Conditional direction of the railway line AC:
$I_{АВ}$ и $I_{ВС}$ — estimated inter-train interval in the sections AB and AC respectively, min; $I_{вх}$, $I_{вых}$ — inter-train interval when a train is received at the technical station park and when leaving the park at the inlet and outlet necks respectively; m — number of pick-up tracks of the park; $t_{зан}$ — average weighted time for occupying the track by one train, min

$$N_{поп} = \frac{1440m}{t_{зан}}. \quad (4)$$

Парк станции с шестью приемоотправочными путями и технологическим временем занятости путей 60 мин может принять и отправить за сутки 144 поезда.

Пропускная способность горловин технических станций в соответствии с [3] определяется по ее расчетному элементу, наиболее загруженному комплексом передвижений, с учетом перерывов в его использовании из-за наличия враждебных маршрутов, приходящихся на один поезд. Такой подход позволяет оценивать пропускную способность стрелочных горловин в зависимости от их конфигурации с учетом маневровых передвижений.

В дальнейшем определяющими факторами для расчета пропускной способности горловин станций принимается их возможность последовательного или параллельного приема грузовых поездов в приемоотправочный парк станции и минимальное значение межпоездного интервала между вслед идущими грузовыми поездами. При этом согласно [4] необходимо при аналитическом расчете проверять пропускную способность горловин по минимальному интервалу между поездами. Данное условие выполняется в случае, если минимальный межпоездной интервал будет больше времени занятости горловин

$$I \geq t_{пр}, \quad (5)$$

где $t_{пр}$ — время занятости горловины прибывающим поездом, мин.

Время занятости горловины прибывающим поездом определяется для каждой станции тяговыми расчетами и зависит от схемы стрелочной «улицы» входной горловины, длины грузового поезда и средней скорости движения поезда при входе на станцию с учетом замедления. Аналогичные условия характерны и для выходной горловины станции. Таким образом, зависимости пропускной способности входной $N_{гор\ вх}$ и выходной $N_{гор\ вых}$ стрелочных горловин без учета маневровых передвижений сводятся к виду:

для входной горловины

$$N_{гор} = \frac{1440}{I_{вх}}; \quad (6)$$

для выходной горловины

$$N_{гор} = \frac{1440}{I_{вых}}, \quad (7)$$

где $I_{вх}$, $I_{вых}$ — межпоездной интервал при приеме поезда в парк технической станции и при отправлении из парка по входной и выходной горловинам соответственно.

С учетом условия (5) можно записать

$$I \geq I_{вх}; I_{вых}. \quad (8)$$

То есть при интервалах приема и отправления поездов на станцию, равных 10 мин, пропускная способность горловин такой технической станции будет равна 144 поездам.

На рис. 1 представлено принятое условное направление железнодорожной линии АС, включающее в себя два участка АВ, ВС и одну техническую станцию В, которое позволяет рассмотреть совместную работу основных элементов, составляющих такую железнодорожную линию.

С учетом вышеуказанных соотношений (4, 6–8) условием стабильной работы направления АС без лимитирующих элементов будет система равенств

$$I_{АВ} = I_{вх} = t_{зан} / m = I_{вых} = I_{ВС}. \quad (9)$$

Отметим, что если $I_{АВ} = I_{вх} = I_{вых} = I_{ВС} = 10$ мин, то и соотношение $t_{зан} / m$ равно 10. И это условие выполняется как при $m = 6$ и $t_{зан} = 60$ мин, так и при измененных показателях $m = 3$ и $t_{зан} = 30$ мин.

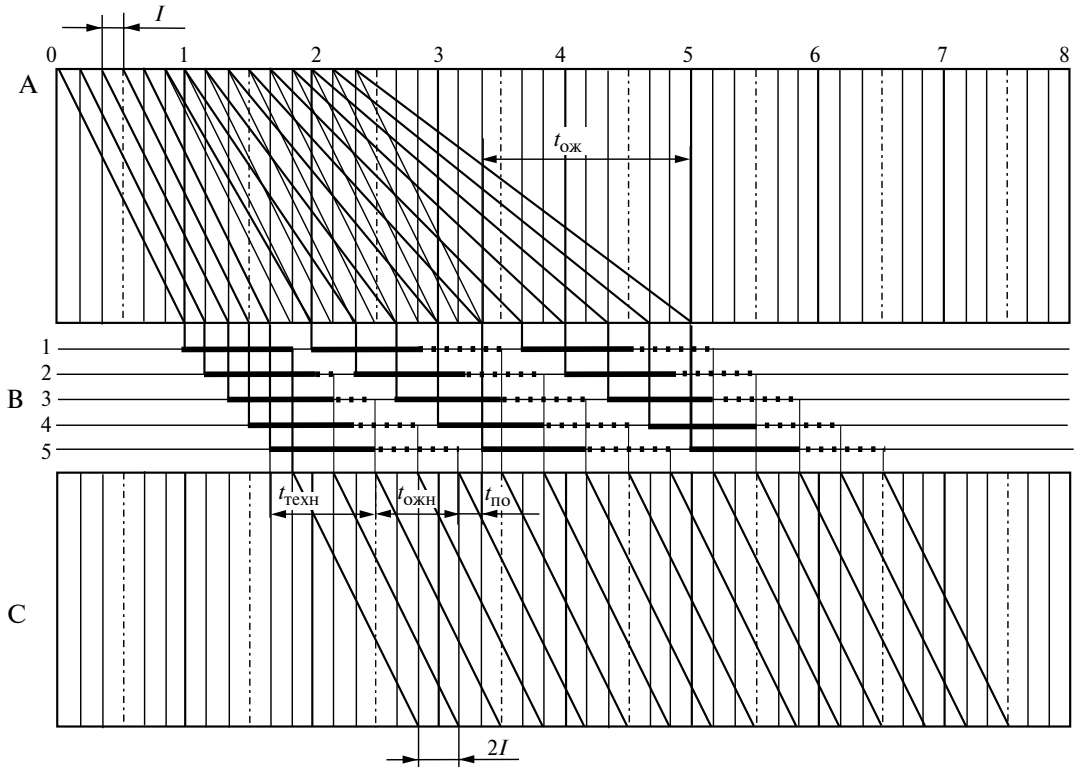


Рис. 2. Условный график движения поездов железнодорожной линии АС:

— $t_{техн}$ ····· — $t_{ожн}$

Fig. 2. Conditional train schedule for the railway line AC:

— $t_{техн}$ ····· — $t_{ожн}$

Рассмотрим ситуацию, при которой соотношение (9) не выполняется. Примем, что в определенный момент времени сохраняются соотношения $I_{АВ} = I_{вх} = t_{зан} / m = I_{вых} = I$, а интервал $I_{ВС}$ увеличился вдвое ($I_{ВС} = 2I$) в связи с проведением, например, ремонтных работ на главных путях участка ВС. Таким образом, участок ВС становится лимитирующим и затрудняет пропуск поездов на направлении АС.

С учетом принятых условий на рис. 2 приведен график движения пакета из 15 грузовых поездов. Такой подход позволяет анализировать динамические процессы изменения интервалов попутного следования на участке АВ и времени занятости путей на станции В. На участок АВ все поезда поступают с межпоездным интервалом I. Первые 5 поездов (по числу приемоотправочных путей станции В) принимаются на станцию с таким же интервалом, остальные поезда из-за ограничений пропуска поездопотока на участке ВС, повлиявших на работу станции В, замедляют движение и прибывают с увеличенным интервалом — $2I$.

Для конкретного примера I было принято равным 10 мин. В соответствии с этим время занятости пути из соотношения (9) будет равно $t_{зан} = 2mI = 2 \cdot 5 \cdot 10 = 100$ мин. Суммарное время, в течение которого на участок АВ были приняты 15 поездов, составило 2,3 ч (см. рис. 2). Из-за увеличения времени занятости приемоотправочных путей станции В прием поездов на нее замедлился, и после обработки поездов пакет поездов поступил на участок ВС за 4,7 ч. И на выходе с участка ВС поезда следовали, как и было принято, с интервалом $2I$ и измененным соотношением (9):

$$I_{АВ} = I_{вх} = \frac{t_{зан}}{m} = I_{вых} = 2I. \quad (10)$$

Как следует из рис. 2 время занятости приемоотправочного пути каждым поездом, кроме первого, увеличивается на $t_{ожн}$ — время ожидания нитки графика готовым к отправлению поездом.

С учетом этого время занятости путей может быть представлено в виде суммы

$$t_{зан} = t_{тех} + t_{по} + t_{ожн}, \quad (11)$$

где $t_{тех}$ — время занятости пути поездом, установленное технологическим процессом станции, мин; $t_{по}$ — время проследования входной и выходной горловин поездом при приеме и отправлении со станции, мин.

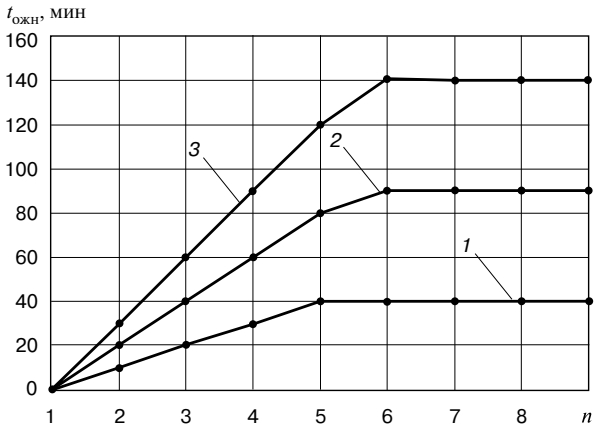


Рис. 3. Зависимость времени ожидания отправления поезда со станции В от межпоездного интервала на участке ВС при $a = 60$ мин:
1 — 20 мин; *2* — 30 мин; *3* — 40 мин

Fig. 3. Dependence of waiting time for train departure from station B on the inter-train interval in the BC section at $a = 60$ min:
1 — 20 min; *2* — 30 min; *3* — 40 min

Для наглядности расчетов упрощаем выражение (11). Оно принимает следующий вид:

$$t_{зан} = a + t_{ожн}, \tag{12}$$

где a — постоянная величина во времени занятости поездом приемоотправочного пути, связанной с установленными технологическими операциями, мин.

С учетом этого определяем время ожидания нитки графика грузовым поездом:

$$t_{ожн} = \begin{cases} (n-1)(I_{ВС} - I_{АВ}), \text{ при } n \in [1; m]; \\ I_{ВС} m - a, \text{ при } n \in (m; N_{гр}], \end{cases} \tag{13}$$

где n — порядковый номер грузового поезда в пакете поездов железнодорожной линии АС; $N_{гр}$ — количество грузовых поездов в графике движения.

Проведем вариантные расчеты для линии АС при следующих параметрах: $I_{АВ} =$ 10 мин, $I_{ВС} =$ 20, 30, 40 мин, $a =$ 60 мин. Результаты расчетов представлены на рис. 3. По мере увеличения количества грузовых поездов, прибывающих в транзитный парк, будет увеличиваться время ожидания нитки графика до постоянной величины, зависящей от соотношения межпоездных интервалов на смежных участках и количества приемоотправочных путей. Технологическая стоянка поезда и время занятости пути на прием и отправление ключевого значения не имеют, так как сокращение этого времени только будет увеличивать время ожидания $t_{ожн}$.

Порядок формирования пакета поездов на участке АС, приведенный на рис. 2, осложняется задержками поездов перед станцией В из-за отсутствия свободных путей приема. Оценка времени ожидания поездами приема на станцию В $t_{ож}$ подробно рассмотрена авторами в [5, 6, 7].

На рис. 4 представлена зависимость между пропускной способностью приемоотправочного пути парка технической станции и временем занятости пути грузовыми поездами. Фактические параметры пропуска поездопотока по одному пути находятся в зоне ниже кривой зависимости $t_{зан} = 24 / n_{гр}$, так как в «серой» зоне значения показателей пропуска не определены. Точка K (параметры пропуска поездопотока по пути) на рис. 4 показывает, что через приемоотправочный путь прошло за сутки 6 поездов с фактическим средним временем занятости пути, равным 2 ч. При этом верно выражение

$$n_{гр}\left(t_{зан\,факт} + t_{св}\right) = 24, \tag{14}$$

где $n_{гр}$ — пропускная способность парка станции, поездов; $t_{зан\,факт}$ — фактическое среднее время занятости приемоотправочного пути одним поездом, ч; $t_{св}$ — фактическое среднее время свободности приемоотправочного пути, приходящееся на один пропущенный поезд, ч.

Произведение $n_{гр} t_{св}$ определяет значение времени свободности приемоотправочного пути в рассматриваемых сутках.

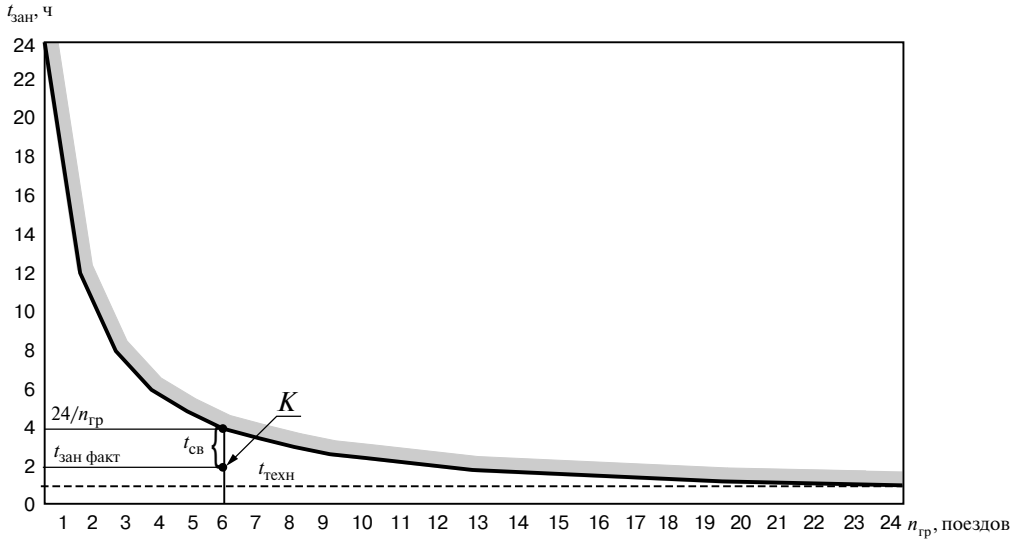
Применим такой подход для оценки загруженности приемоотправочного парка в реальных условиях эксплуатации на примере станции Карымская Забайкальской железной дороги. На рис. 5 отображена динамика фактических простоев грузовых поездов четного направления за каждый месяц за период 2008–2019 гг. (кривая *1*), кривой *2* показано соотношение $24m/n_{гр}$, рассчитанное по фактическим поездопотокам с учетом поэтапной реконструкции станции и увеличения емкости приемоотправочных парков.

Статистические данные $t_{зан\,факт}$ превышают показатели принятого норматива технологической стоянки поезда и колеблются в пределах от 1,78 до 5,11 ч. При этом в отдельные периоды времени кривая *1* (фактический простой поездов) сближается с кривой *2* (максимально возможные параметры простоя поездов в парке станции). Сближение этих кривых показывает наличие серьезных проблем в пропуске поездопотоков через станцию Карымская. В работах [6, 7, 8] показано, что в основном это связано с важнейшим фактором — недостаточным количеством локомотивов для вывоза поездов со станции Карымская, которая является станцией стыкования двух колец обращения локомотивов.

С использованием рассмотренных ранее подходов оценки пропускных способностей элементов на примере упрощенной (А — В — С) железнодорожной ли-

Рис. 4. Зависимость между пропускной способностью приемоотправочного пути парка технической станции и временем занятости пути грузовыми поездами

Fig. 4. Dependence between the capacity of the receiving-departure track of the technical station park and the time it takes for freight trains to occupy the track



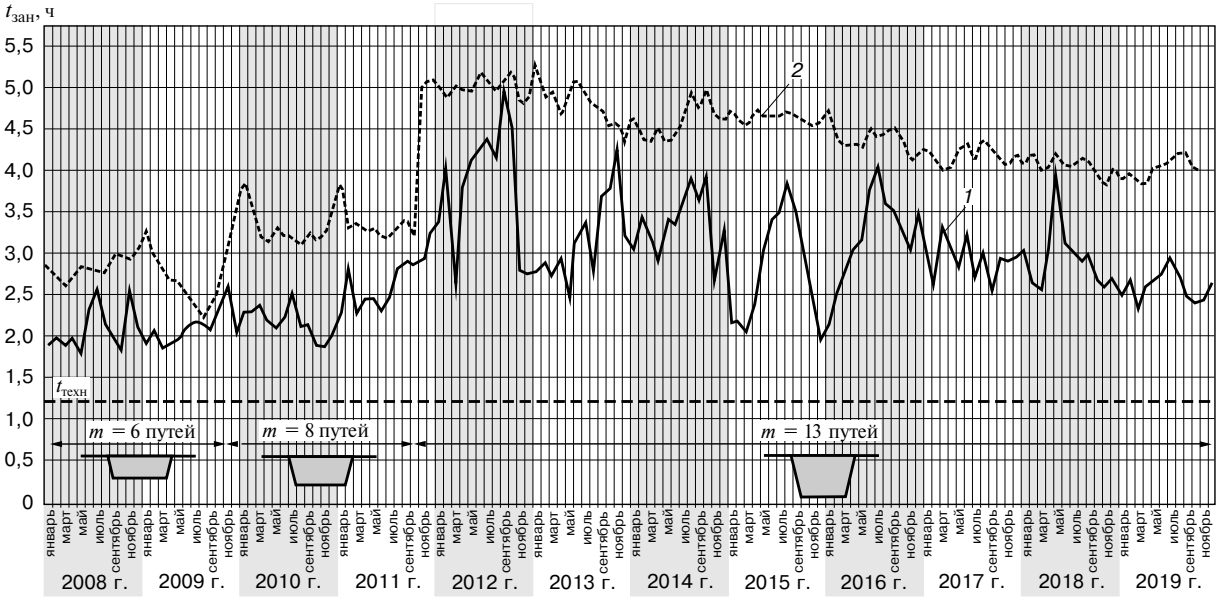


Рис. 5. Динамика фактических простоев грузовых поездов четного направления на станции Карымская Забайкальской железной дороги за период 2008 – 2019 гг.:
1 — фактический простой поездов ($t_{зан\ факт}$); *2* — максимально возможные параметры простоя поездов ($24m/n_{гр}$)

Fig. 5. Dynamics of actual downtime of freight trains of even direction at the Karymskaya station of the Trans-Baikal Railway for the period 2008 – 2019:
1 — actual downtime of trains ($t_{зан\ факт}$); *2* — maximum possible idle parameters of trains ($24m/n_{гр}$)

нии (рис. 1) оценим пропускную способность одного из направлений движения поездов условной двухпутной линии AD, приведенной на рис. 6, которая состоит из четырех технических станций и трех участков со своими показателями межпоездных интервалов по каждому элементу, количеством приемоотправочных путей и временем технологических стоянок грузовых поездов.

Пропускная способность элементов линии определена с принятыми допущениями без учета затрат времени на ремонт инфраструктуры и коэффициента надежности работы технических средств, а также при условии, что все поезда только одной категории.

Согласно расчетам по всем элементам линии наименьшую пропускную способность имеет приемоотправочный парк технической станции C, который и определяет результирующую пропускную способность линии AD.

С учетом вышесказанного можно сделать вывод о том, что повышение пропускной способности отдельных элементов линии за счет применения новых технических средств или реконструкции инфраструктуры

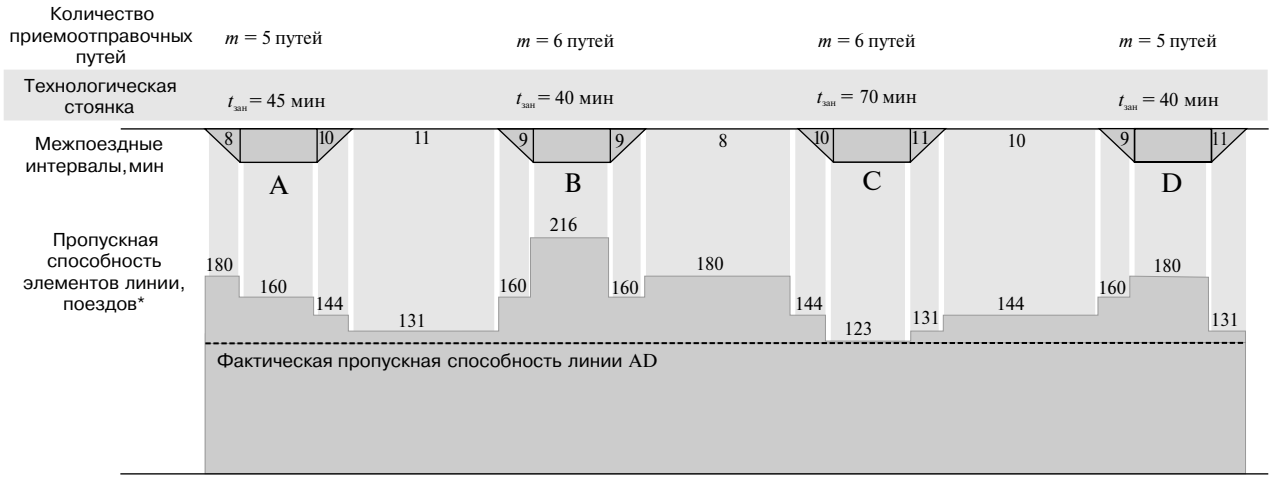


Рис. 6. Пропускная способность условной линии AD

* без учета затрат времени на ремонт инфраструктуры и коэффициента надежности работы технических средств

Fig. 6. Throughput of the conditional line AD

* excluding the time spent on infrastructure repairs and the reliability coefficient of technical equipment

без усиления элементов с наименьшей пропускной способностью не окажет существенного влияния на пропускную способность направления в целом.

Заключение. В условиях роста объема перевозок на грузонапряженных железнодорожных линиях вопрос развития пропускной и провозной способности имеет высокую степень актуальности. Предложенный подход следует использовать для оценки состояния пропускной способности в первую очередь на протяженных направлениях с несколькими техническими станциями при принятии решений о направлении поездопотоков, усилении пропускной способности отдельных элементов направления.

В статье рассмотрены в динамике взаимодействие и взаимовлияние показателей основных элементов железнодорожных линий, а также получены аналитические зависимости, которые позволяют взаимоувязывать показатели, определяющие пропускную способность отдельных элементов железнодорожной линии при их взаимодействии. Результаты аналитических расчетов согласовываются со статистическими показателями работы железнодорожных линий в реальных условиях эксплуатации, поэтому полученные аналитические зависимости могут быть использованы при создании или развитии автоматизированных комплексов имитационного моделирования железнодорожных перевозок, применяемых для расчетов пропускной способности отдельных железнодорожных объектов или линий в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов А.А. Управление эксплуатационной работой. Ч. II. График движения поездов и пропускная способность. М.: РГОТУПС, 2002. 171 с.

2. Железнодорожные станции и узлы / В. Г. Шубко [и др.]; под ред. В. Г. Шубко и Н. В. Правдина. М.: УМК МПС России, 2002. 368 с.

3. Железнодорожные станции и узлы / В. И. Апатцев [и др.]; под ред. В. И. Апатцева и Ю. И. Ефименко. М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. 855 с.

4. Организация движения на железнодорожном транспорте / В. В. Повороженко [и др.]; под ред. В. В. Повороженко. М.: Трансжелдориздат, 1957. 365 с.

5. Мугинштейн Л.А., Мехедов М.И. Методические подходы к выявлению факторов, влияющих на стабильность пропуска поездопотоков // Вестник ВНИИЖТ. 2014. № 2. С. 24–32.

6. Мугинштейн Л.А., Мехедов М.И. Вопросы организации стабильного пропуска транзитных грузовых поездов на направлениях железных дорог с учетом технических и технологических особенностей работы технических станций и перегонов // Вестник ВНИИЖТ. 2016. № 1. С. 3–11.

7. Мехедов М.И., Мугинштейн Л.А. О проблемах организации движения и эффективности использования пропускных способностей станции // Железнодорожный транспорт. 2015. № 7. С. 20–27.

8. Мехедов М.И. Методика оценки факторов, определяющих стабильность пропуска грузовых поездопотоков на грузонапряженных направлениях: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08. М., 2016. 24 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

МЕХЕДОВ Михаил Иванович,
канд. техн. наук, заместитель Генерального директора — директор научного центра «Цифровые модели перевозок и технологии энергосбережения» (НЦ «ЦМПЭ»), АО «ВНИИЖТ»

МУГИНШТЕЙН Лев Александрович,
д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, АО «ВНИИЖТ»

Статья поступила в редакцию 15.01.2020 г., принята к публикации 24.03.2020 г.

Для цитирования: Мехедов М. И., Мугинштейн Л. А. О процессе взаимодействия технических станций и перегонов при пропуске поездопотоков // Вестник ВНИИЖТ. 2020. Т. 79. № 2. С. 59–65. DOI: https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-2-59-65.

On the process of interaction of technical stations and hauls when passing train flows

M. I. MEKHEDOV, L. A. MUGINSHTEIN

Joint Stock Company "Railway Research Institute" (JSC "VNIIZhT"), Moscow, 109626, Russia

Abstract. The issues of traffic intensification on railway lines are always of high relevance. The throughput and carrying capacity of the railway line is determined by calculation on the basis of analytical dependencies, however, as in previous periods of the development of railway transport, currently, certain directions experience serious difficulties in passing train flows. At the same time, accepted calculated indicators of the throughput capacity of such lines do not allow to objectively determine the causes of difficulties in passing train flows and to develop the necessary solutions to overcome them. Railway infrastructure can be divided into several enlarged elements: sections, inlet and outlet necks of technical stations, pick-up and drop-off parks. This article does not consider power supply devices, locomotive facilities, performance of which changes less dynamically.

Based on the research and experience in organizing the passage of train flows on one of the busiest railway lines of the Trans-Baikal Railway, the authors attempted to identify the main factors affecting the throughput and carrying capacity of freight-intensive directions, as well as to justify the need for integrated approaches in analyzing the throughput of a railway line with the interconnection of its main constituent elements and the definition of limiting. The article discusses in dynamics the interaction and mutual influence of the indicators of the main elements of the railway lines, as well as the analytical dependencies that allow to interlink the indicators that determine the throughput of individual elements of the railway line during their interaction. The results of analytical calculations are consistent with statistical indicators of the operation of railway lines in real operating conditions. With this in mind, significant dependencies between stages and technical stations were determined.

Keywords: railway capacity; inter-train interval; technical station; pick-up park; train flows; section speed; capacity limiting element of the railway line

DOI:http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-2-59-65

REFERENCES

1. Abramov A. A. *Upravlenie ekspluatatsionnoy rabotoy. Ch. II. Grafik dvizheniya poezdov i propusknaya sposobnost'* [Management of operational work. Part II. Train schedule and throughput]. Moscow, RGOTUPS Publ., 2002, 171 p.

2. Shubko V. G., Pravdin N. V., Vakulenko S. P. [et al.]. *Zheleznodorozhnye stantsii i uzly* [Railway stations and junctions]. Moscow, UMK MPS Rossii Publ., 2002, 368 p.

3. Apattsev V. I., Efimenko Yu. I. *Zheleznodorozhnye stantsii i uzly* [Railway stations and junctions]. Moscow, FGBOU "Uchebno-metodicheskiy tsentr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte" [FGBOU Educational and Methodological Center for Education in Railway Transport] Publ., 2014, 855 p.

4. Povorozhenko V. V., Petrishin L. L., Stefanov N. Ya. [et al.]. *Organizatsiya dvizheniya na zheleznodorozhnom transporte* [Traffic organization in railway transport]. Moscow, Transzheldorizdat Publ., 1957, 365 p.

5. Muginshtein L. A., Mekhedov M. I. *Metodicheskie podkhody k vyyavleniyu faktorov, vliyayushchikh na stabil'nost' propuska poezdopotokov* [Methodological approaches to identifying factors affecting the stability of the passage of train flows]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 2014, no. 2, pp. 24–32.

6. Muginshtein L. A., Mekhedov M. I. *Voprosy organizatsii stabil'nogo propuska tranzitnykh gruzovykh poezdov na napravleniyakh zheleznykh dorog s uchetom tekhnicheskikh i tekhnologicheskikh osobennostey raboty tekhnicheskikh stantsiy i peregonov* [Issues of organization of stable passage of transit freight trains on the railway lines in accordance with technical and technological features of operation of technical stations and running sections]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 2016, no. 1, pp. 3–11.

7. Mekhedov M. I., Muginshtein L. A. *O problemakh organizatsii dvizheniya i effektivnosti ispol'zovaniya propusknykh sposobnostey stantsii* [On the problems of traffic management and the efficiency of using the station's capacity]. Zheleznodorozhnyy transport [Railway transport], 2015, no. 7, pp. 20–27.

8. Mekhedov M. I. *Metodika otsenki faktorov, opredelyayushchikh stabil'nost' propuska gruzovykh poezdopotokov na gruzonapryazhennykh napravleniyakh*. Kand. tekhn. nauk avtoref. diss. [Methodology for assessing factors determining the stability of the passage of freight train flows in freight-intensive directions. Cand. tech. sci. diss. synopsis]. Moscow, 2016, 24 p.

E-mail: Mekhedov.Mikhail@vniizht.ru (M. I. Mekhedov)

ABOUT THE AUTHORS

Mikhail I. MEKHEDOV,
Cand. Sci. (Eng.), Deputy General Director – Director of the Scientific Center "Digital transportation models and energy saving technologies" (SC "DTEM"), JSC "VNIIZhT"

Lev A. MUGINSHTEIN,
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, JSC "VNIIZhT"

Received 15.01.2020
Accepted 24.03.2020

For citation: Mekhedov M. I., Muginshtein L. A. On the process of interaction of technical stations and hauls when passing train flows. Vestnik of the Railway Research Institute. 2020. 79 (2): 59–65 (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-2-59-65.