

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

Научная статья

УДК 625.1

DOI: 10.36535/0236-1914-2022-11-5

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ НА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ

Шкандыбин Дмитрий Николаевич

(Российский университет транспорта, Москва, Россия)

Shkandybin@gmail.com

Аннотация. Представлены формулы и расчеты основных параметров движения на высокоскоростных магистралях. Задачей данной статьи является определение рациональных вариантов ускоренного пропуска грузовых поездов с ценными грузами (любое наименование, имеющее декларированную ценность перевозки 1000 долларов США (или эквивалентную) и более за 1 кг веса брутто) в международном сообщении по территории России. Рассматривается основной параметр движения поездов – скорость движения поезда при загрузке.

Грузовые поезда с ценными грузами, следующими на дальние расстояния, предлагается прокладывать по специальному твердому графику. Имеются планы повышения маршрутной скорости таких поездов по территории России до 1 400 км/сут. Детальный расчет параметров по предложенной методике применен в диссертации «Грузовые перевозки на высокоскоростном железнодорожном транспорте».

Ключевые слова: расчет грузовых перевозок, грузовые перевозки, высокоскоростные перевозки, железнодорожный транспорт, высокоскоростные магистрали

Для цитирования: Шкандыбин Д.Н. Расчет основных параметров движения на высокоскоростных магистралях // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный журнал. 2022. № 11. С. 30-35. DOI: 10.36535/0236-1914-2022-11-5.

RAILWAY TRANSPORT

Scientific article

CALCULATION OF THE MAIN PARAMETERS OF TRAFFIC ON HIGH-SPEED HIGHWAYS

Dmitriy N. Shkandybin

(Russian University of Transport, Moscow, Russia)

Shkandybin@gmail.com

Abstract. Formulas and calculations of the main traffic parameters on high-speed high ways are presented. The objective of this article is to determine rational options for expedited passage of freight trains with valuable cargo (any name having a declared value of transportation of 1000 US dollars (or equivalent) or more for 1 kg of gross weight) in international traffic on the territory of Russia. The main parameter of train movement is considered – the speed of the train when loading. Freight trains with valuable goods traveling long distances are proposed to be laid according to a special firm schedule. There are plans to increase the route speed of such trains on the territory of Russia to 1,400 km/day. A detailed calculation of the parameters according to the proposed methodology was applied in the dissertation "Freight transportation on high-speed rail transport".

Keywords: calculation of freight transportation, freight transportation, high-speed transportation, rail transport, high-speed highways

For citation: Shkandybin D.N. Calculation of the main traffic parameters on high-speed highways // Transport: Science, Technology, Management. Scientific information collection. 2022. No. 11. С. 30-35. DOI: 10.36535/0236-1914-2022-11-5.

Введение

Пропуск по магистральным железнодорожным линиям ускоренных грузовых поездов по твердому графику вызовет задержку других проходящих грузовых поездов. Опыт США показал, что движение ускоренных грузовых поездов по жесткому графику для однопутных железнодорожных линий приводит к увеличению продолжительности следования большей части других грузовых поездов. Поэтому такая система была отменена на магистральных железнодорожных линиях США [8]. В то же время в странах Западной Европы и

России в случае следования поездов на малые расстояния их пропуск по жесткому графику может быть эффективной мерой.

Эффективность пропуска ускоренных грузовых поездов отдельных назначений с ценными грузами по отдельным пунктам магистральных линий на большие расстояния зависит от размеров движения, а также от наличия пассажирских поездов.

Цель работы – анализ существующих показателей движения грузовых составов на высокоскоростных магистралях.

Постановка задачи

Для достижения более высоких экономических результатов, повышения качества международных перевозок необходимо, чтобы специальные поезда с особо ценными грузами, следующие на дальние расстояния, из пунктов их формирования отправлялись по мере накопления вагонов на составы, не ожидая твердой нитки графика [9–11]. Целесообразно, чтобы такие поезда далее следовали по участкам более ускоренно по сравнению с другими грузовыми поездами, с учетом эксплуатационной обстановки, в зависимости от размеров движения на отдельных магистральных железнодорожных линиях.

В целом беспрепятственный пропуск отдельных грузовых поездов, в зависимости от размеров движения, может быть обеспечен только за счет осуществления обгона по участку низкоскоростных поездов (чья скорость значительно ниже 90 км/ч). Эффект от пропуска таких поездов по магистральным железнодорожным линиям зависит от наличных размеров движения не только пассажирских, но и грузовых поездов [12–17]. Для оценки эффективной сферы пропуска ускоренных грузовых поездов рассматриваются два условных варианта их движения по магистральным железнодорожным линиям:[13]

1) имеет место параллельный график движения, а грузовые поезда с ценными грузами пропускаются без обгонов ими низкоскоростных грузовых поездов большего веса или длины по станциям участков;

2) грузовые поезда с ценными грузами пропускаются по участкам магистральной железнодорожной линии с обгоном ими низкоскоростных поездов большего веса или длины.

На магистральных железнодорожных линиях отдельные ускоренные грузовые поезда будут пропускаться при наличии большого количества низкоскоростных грузовых поездов с малой скоростью движения.

Потери от таких обгонов в значительной степени зависят от размеров движения по рассматриваемой магистрали.

Порядок установления величины затрат, связанных с обгоном ускоренными грузовыми поездами низкоскоростных, для большой протяженности участка возможно установить из данных, приведенных на рис. 1.

Средний интервал между грузовыми и пассажирскими поездами, мин, может быть установлен по формуле[13]

$$I_{cp} = \frac{1440 - C_{ремонт} - П\alpha_H}{N_{cp} + N_{пас}} \quad (1)$$

$C_{ремонт}$ – суточный бюджет времени на проведение работ по текущему содержанию и плановым видам ремонта

$П\alpha_H$ – потери времени, вызываемые отказами в работе технических средств (инфраструктуры и подвижного состава), определяемых коэффициентом надежности железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава

где 1 440 – число минут в сутках; $N_{гр}$ – размеры движения грузовых поездов, пар поездов; $N_{пас}$ – размеры движения пассажирских поездов, пар поездов.

Влияние пропуска одного ускоренного грузового поезда на движение грузовых поездов по участку определяется через коэффициент съема:[13]

$$\varepsilon_{нс}^u = \frac{t'_x (1 - \Delta)}{I_{mm}} \quad (2)$$

где t'_x – время хода пригородного поезда по рассматриваемой зоне, мин;

Δ – соотношения скоростей движения дальних и пригородных поездов.

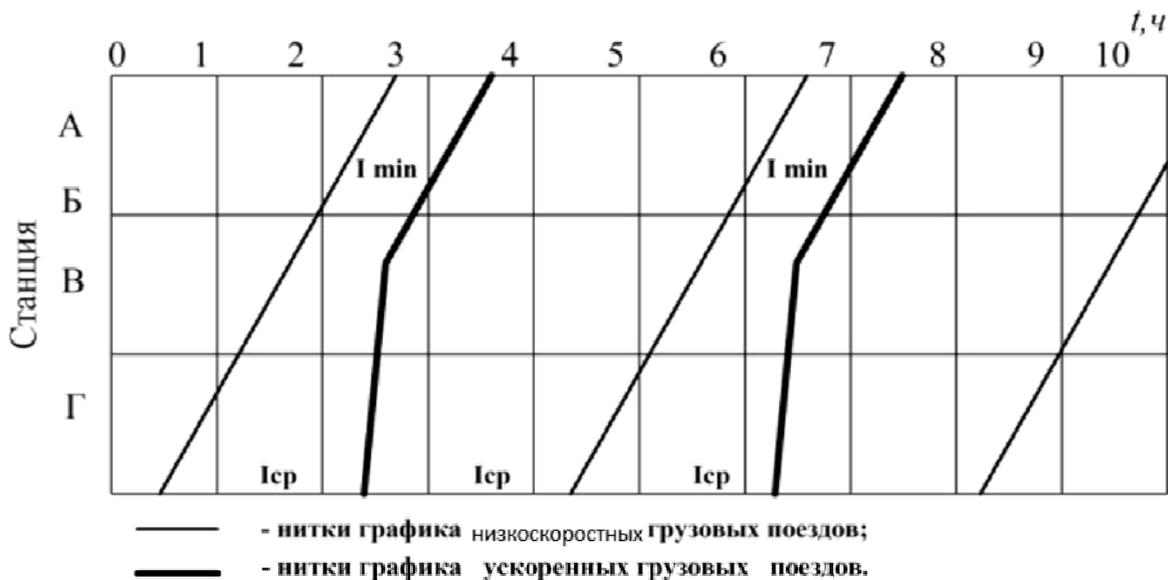


Рис. 1. Схема пропуска грузовых поездов без обгона на промежуточных станциях: $I_{min} = 8$ мин – минимальный интервал между грузовыми поездами на участках, оборудованных автоблокировкой; I_{cp} – средний интервал между поездами на рассматриваемой двухпутной железнодорожной линии, мин[13]

Из рис. 1 видно, что ускоренно отправленный грузовой поезд с начальной станции Г вначале движется без снижения скорости движения до обгонного пункта В. После этого он начинает двигаться по параллельному графику с ранее отправленным нечетным низкоскоростным грузным поездом (перевозящим груз, при том полной загрузки) повышенного веса или длины.

В целом при параллельном графике движения ускоренно отправленный грузовой поезд сокращает время своего нахождения на участке магистральной железнодорожной линии только на величину[13]:

$$\Delta I = I_{cp} - I_{min} \quad (3)$$

где I_{min} – минимальный интервал между грузовыми поездами на участках, оборудованных автоблокировкой, мин.

Данные рис. 1 показывают, что для параллельного графика движения ускоренный пропуск грузовых поездов меньшего веса, обеспечивающий сокращение времени их нахождения в пути следования, технологически возможен только при коротком расстоянии их следования. В то же время наличие большого количества тихоходных грузовых поездов с большой дальностью следования не позволяет пропускать по параллельному графику специальные грузовые поезда с высокой скоростью движения. Это не дает возможности в полной мере реализовать пропуск легковесных грузовых поездов с ценными грузами при высокой скорости их движения по магистральным железнодорожным линиям большой протяженности.

В свою очередь, ускоренный пропуск грузовых поездов меньшего веса с ценными грузами возможно осуществлять на двухпутных линиях только за счет обгона части тихоходных тяжелых грузовых поездов.[7]

Кроме того, формируется полигон железнодорожных линий, на которых допускается ускоренное движение пассажирских поездов (более 120 км/ч). Это линии Москва – Ярославль, Ростов – Минеральные Воды, Нижний Новгород – Казань – Екатеринбург – Новосибирск – Красноярск – Тайшет и др. (на схеме выделены малиновым цветом). При ускоренном движении пассажирских поездов не подразумевается ликвидация грузового движения, как это сделано на линии Москва – Санкт-Петербург. Речь может идти лишь об отклонении на

параллельные линии части транзитных грузопотоков, для которых срок доставки не становится ключевым фактором (маршрутизированные перевозки угля, нефти и нефтепродуктов, руды и минеральных удобрений). Контейнерные, легковесные, ускоренные грузовые поезда, а также поезда с местным грузом по-прежнему будут курсировать по этим направлениям. Отсюда и определенные ограничения по скорости движения пассажирских поездов, которые будут обусловлены действующими нормативными документами по использованию инфраструктуры (ПТЭ). Важно отметить, что переклечение грузопотоков должно происходить только после полного технического перевооружения параллельных ходов, и даже не поэтапно, как это было в коридоре Москва – Санкт-Петербург.[6]

Для разгрузки перегруженного участка Транссиба Ангарск – Карымская и освоения новых объемов транзитных контейнерных перевозок потребуется форсирование пропускной способности западного участка БА-Ма (Лена – Тында – Бамовская). При этом маршрут для транзитных грузов сократится на 800 км. Для частичного высвобождения направления Новосибирск – Тайшет необходимо завершить формирование южносибирского коридора (сооружение второго сплошного пути на участке Междуреченск – Абакан – Тайшет). При этом исходная длина составов и порядок отправки не меняется, на загруженных участках отправка поездов идет по строгому расписанию, а на разгруженных по мере загрузки состава. Приоритет должен быть отдан скоростным поездам.[8]

На рис. 2 представлена схема обгона на промежуточной станции участка тихоходного грузового поезда более ускоренным грузовым поездом с ценным грузом.

В рассматриваемом примере на участке следует ускоренный грузовой поезд № 2007. На рис. 2 видно, что в результате обгона грузового поезда на промежуточной станции он сокращает время своего следования по участку на величину среднего интервала между поездами. В то же время тихоходный грузовой поезд № 2005 увеличивает время своего нахождения на участке на величину его простоя под обгоном на промежуточной станции.

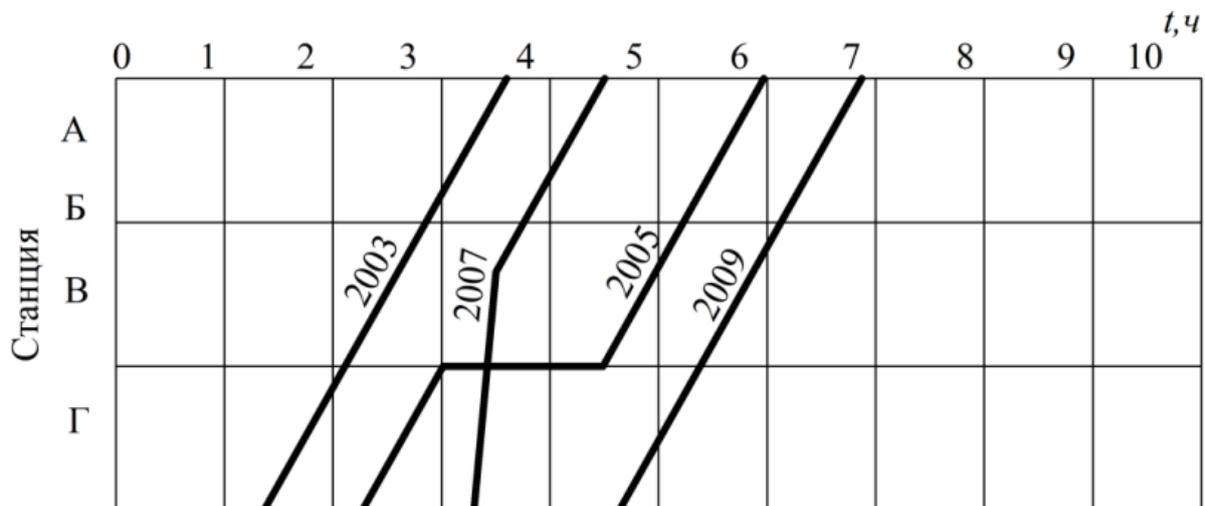


Рис.2. Схема графика движения на участке при обгоне низкоскоростного поезда более ускоренным грузовым[9]

В случае осуществления обгона низкоскоростных грузовых поездов более ускоренными грузовыми возникнет дополнительный простой задержанных грузовых поездов непосредственно под обгоном. В то же время продолжительность нахождения ускоренного поезда в пути следования сократится.

Время простоя тихоходного грузового поезда под обгоном будет равно [18]:

$$t_{об}^{mix} = I_{np} + I_{от} + t_{p,з} + \Delta t_x \quad (4)$$

где I_{np} , $I_{от}$ – время приема и отправления соответственно низкоскоростного грузового поезда при обгоне его более ускоренным легковесным грузовым поездом, мин;

$t_{p,з}$ – дополнительное время на разгон и замедление грузового поезда, мин;

Δt_x – разница во времени хода тихоходного и ускоренного грузовых поездов в пути следования по перегону, мин.

Ускоренный пропуск грузового поезда с ценным грузом окажет влияние на экономические показатели, связанные с организацией регулирования движения поездов на участке.

Затраты, связанные с одним обгоном тихоходного грузового поезда более скорым пассажирским поездом, будут равны: [18]

$$\Delta e_{осм}^{mix} = e_{n-ч}^{mix} \cdot t_{об}^{mix} + e_{p,з}^{mix} \quad (5)$$

где $e_{n-ч}^{mix}$ – стоимость поезда-часа простоя низкоскоростного грузового поезда, р.;

$t_{об}^{mix}$ – время простоя под обгоном низкоскоростного грузового поезда, мин;

$e_{p,з}^{mix}$ – эксплуатационные расходы, связанные с разгоном и замедлением состава низкоскоростного грузового поезда, р.

В свою очередь, ускоренно пропущенный состав легковесного грузового поезда даст возможность за счет сокращения времени нахождения в пути следования иметь дополнительный эффект в размере [18]

$$\Delta e_{уск} = e_{n-ч}^{уск} \Delta t_{сок}^{уск} \quad (6)$$

где $e_{n-ч}^{уск}$ – стоимость поезда-часа простоя ускоренного поезда, р.;

$\Delta t_{сок}^{уск}$ – сокращение времени нахождения в пути следования ускоренно пропущенного состава грузового поезда, мин.

Величина простоя под обгоном в значительной степени зависит от числа обгонных пунктов. Так, в прошлом при большом числе обгонных пунктов имело место короткое время простоя грузовых поездов под обгоном за счет малой разницы во времени хода по участку поездов, следующих с различной скоростью. С закрытием значительной части обгонных пунктов в последние десятилетия, при большой протяженности перегонов произошло увеличение времени простоя составов низкоскоростных грузовых поездов под обгоном их ускоренными.

Величина времени нахождения ускоренных легковесных грузовых поездов с ценными грузами в пути следования в значительной степени уменьшится с ростом размеров движения на двухпутных железнодорожных линиях. В этом случае время нахождения при одном обгоне ускоренного грузового поезда на участке сократится на величину [18]

$$\Delta t_{сок}^{уск} = I_{ср\ рдгип} \quad (7)$$

где $I_{ср\ рдгип}$ – средний интервал между грузовыми поездами в зависимости от имеющихся размеров движения грузовых и пассажирских поездов, мин.

Экономический эффект от беспрепятственного пропуска по участку ускоренных грузовых поездов будет равен:

$$\Delta e_{уск} = e_{n-ч}^{уск} I_{ср} - (e_{n-ч}^{mix} \cdot t_{об}^{mix} + e_{p,з}^{mix}) \quad (8)$$

Экономический эффект от пропуска ускоренных грузовых поездов будет равен: [15]

$$\sum e_{уск} = \Delta e_{уск} - \Delta e_{осм}^{mix} \quad (9)$$

где $\Delta e_{уск}$ – затраты, связанные с остановкой под обгоном низкоскоростного грузового поезда, р.

Укрупненные расходные ставки грузового движения на Западно-Сибирской железной дороге: стоимость одного поезда-часа простоя (электротяга) равна 1 705,41 р.; остановка грузового поезда без учета времени стоянки (электротяга) равна 693,42 р. [15]

Суммарная экономия имеет большую величину для малых размеров движения поездов на двухпутных железнодорожных линиях. В этом случае целесообразно осуществлять обгон низкоскоростных грузовых поездов ускоренными. В то же время для повышенных размеров движения (перевезённой ими полезной нагрузки), прошедших через заданный транспортный узел) потери от обгона низкоскоростного грузового поезда превышают экономию от беспрепятственного пропуска грузового поезда. Поэтому для загруженных железнодорожных линий менее целесообразен пропуск отдельных категорий грузовых поездов с ценными грузами по магистральным железнодорожным линиям. В этом случае необходимо внедрять в практику параллельный график для осуществления пропуска всех грузовых поездов с одинаковой скоростью движения на двухпутных линиях.

Однако при этом следует учесть, что беспрепятственный пропуск грузовых поездов с ценными грузами потребует в пути следования меньшего количества обгонов более скорыми пассажирскими поездами. [11]

На магистральных линиях большой страны имеют место длительные сбои в движении из-за несвоевременной выгрузки грузов, преимущественно в морских портах. Это влечет длительные задержки грузовых поездов в пути следования. В то же время ускоренные грузовые поезда беспрепятственно принимаются конечными пунктами выгрузки. В данном случае беспрепятственный пропуск по магистральным линиям ускоренных грузовых поездов становится более эффективным в эксплуатационной работе всего железнодорожного транспорта страны. [9]

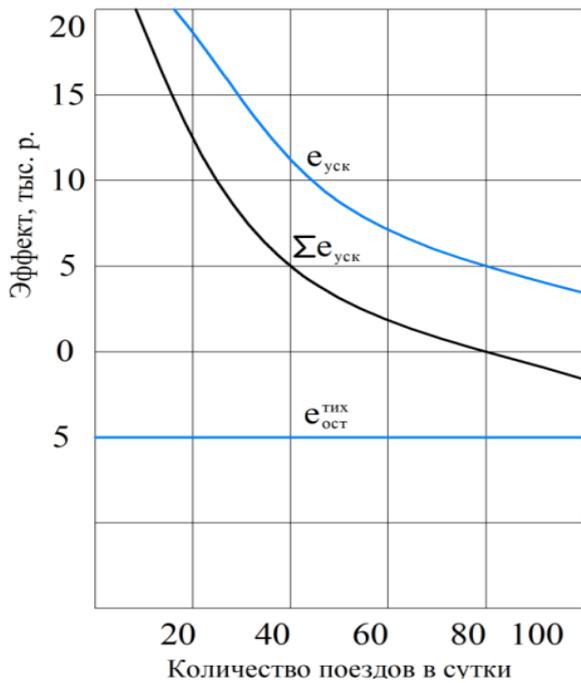


Рис. 3. Изменение затрат и эффекта в случае осуществления обгона на промежуточных станциях участка низкоскоростного поезда более ускоренным грузовым поездом: [9]

$e_{\text{уск}}$ – эффект от ускоренного пропуска поезда при обгоне низкоскоростного грузового поезда, р.;

$\Sigma e_{\text{уск}}$ – суммарный эффект от ускоренного пропуска поезда с ценным грузом, р.;

$e_{\text{ост}}^{\text{тих}}$ – затраты, связанные с остановкой под обгоном низкоскоростного грузового поезда, р.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Ускоренный пропуск грузовых поездов с ценными грузами потребует на двухпутных железнодорожных линиях обгона низкоскоростных тяжелых грузовых поездов на промежуточных раздельных пунктах. Эффективность обгона зависит от размеров движения грузовых поездов.

2. При малых размерах движения каждый обгон позволяет сокращать время нахождения в пути следования скорого грузового поезда на большую величину. Поэтому становится целесообразным внедрение в практику обгона ускоренными поездами низкоскоростных грузовых поездов для двухпутных железнодорожных линий.

3. При повышенных размерах движения ускоренный пропуск части грузовых поездов вызовет длительную задержку под обгоном других низкоскоростных грузовых поездов. Поэтому для загруженных двухпутных железнодорожных линий (движение по одному пути в каждом направлении) ускоренный пропуск части грузовых поездов по магистральным железнодорожным линиям менее целесообразен.

Список источников

1. Перспективы развития транспорта при переходе к рынку / Н. Е. Аксененко, А. В. Дмитренко, И. А. Милованов, В. Н. Поздеев // Железнодорожный транспорт. 2017. № 2. С. 37–42.

2. Бородин А. Ф. Новая система организации грузового движения на железных дорогах Польши // Железнодорожный транспорт. 2018. № 4. С. 31.

3. Дмитренко А. В., Карасев С. В., БатхуягПурэв. Эффективность оборудования автоблокировкой перегонов в зависимости от их протяженности // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2019. № 1-2. С. 146–149.

4. Дмитренко А. В., Карасев С. В. США и Россия: оптимальный вес грузовых поездов и развитие инфраструктуры // Вестник транспорта 2018. № 12. С. 12–15.

5. Дмитренко А. В., Рожков А. Н. Варианты пропуска поездов при капитальном ремонте и затруднениях в движении на двухпутных линиях // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2018. № 1. С. 221–224.

6. Залогова О. И. Критерии расчета плана формирования групповых поездов // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта : сб. науч. тр. М. : РГОТУПС, 2017. С. 46–52.

7. Залогова О. И. Установление эффективности формирования длинносоставных групповых поездов // Тез. докл. третьей науч.-метод. конф. / Рос. гос. открыт. техн. ун-т путей сообщения. М., 2016. Ч. 1-М. С. 25–27.

8. Леонтьев Р. Г., Орлов А. Л., Хохлов С. А. Императивы и стратегии развития экономики и транспорта РФ и КНР // Вестник транспорта. 2011. № 12. С. 14–19.

9. Быков Ю. А. Совершенствование теории и практики проектирования, реконструкции и эксплуатации железных дорог // Межвуз. сб. науч. тр. / Дальневост. гос. ун-т путей сообщения. Хабаровск, 2016. С. 17–23.

10. Экономические изыскания и основы проектирования железных дорог : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Б. А. Волков, И. В. Турбин, Е. С. Свинцов, Н. С. Лобанова ; под ред. Б. А. Волкова. М. : Маршрут, 2015. 408 с.

11. Дмитренко А. В. Эффективность сооружения дополнительных главных путей на существующих железнодорожных линиях // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2014. № 4. С. 154–161.

12. Климов А. А. Станции и узлы – перспективное направление развития транспортной науки // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2017. № 16. С. 188–197.

13. Козлова С. Б. К вопросу усиления пропускных способностей полигонов транспортной сети // Вестник ЦНИИ МПС. 2018 № 6. С. 25–28.

14. Левин Д. Ю., Павлов В. Л. Расчет и использование пропускной способности железных дорог. М., 2019. 364 с.

15. Нехорошков В. П. Железнодорожный транспорт в развитии внешнеэкономической деятельности восточных регионов России. Новосибирск : Наука, 2018. 228 с.

16. Умаров Х. К., Свинцов Е. С. Увеличение пропускных способностей лимитирующего перегона линии Ангрэн – Пап // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. № 2 (43). С. 84–90.

17. История железнодорожного транспорта России / Г. М. Фадеев, Ф. К. Амелин, Ф. К. Бернгард [и др.]. М., 2014. 335 с.

18. Грунтов П. С. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте. М. : Транспорт, 2015. 544 с.

Listofsources

1. Prospects for the development of transport in the transition to the market / N. E. Aksenenko, A. V. Dmitrenko, I. A. Milovanov, V. N. Pozdeev // Railway transport. 2017. No. 2. S. 37–42.
2. Borodin A. F. A new system for organizing freight traffic on the railways of Poland // Zheleznodorozhny transport. 2018. No. 4. P. 31.
3. A. V. Dmitrenko, S. V. Karasev, and BatkhuyagPurev. Efficiency of equipment for automatic blocking of hauls depending on their length // Scientific problems of transport in Siberia and the Far East. 2019. No. 1-2. pp. 146–149.
4. Dmitrenko A. V., Karasev S. V. USA and Russia: optimal weight of freight trains and infrastructure development // Vestnik transport 2018. No. 12. P. 12–15.
5. Dmitrenko A. V., Rozhkov A. N. Options for passing trains during major repairs and difficulties in movement on double-track lines // Scientific problems of transport of Siberia and the Far East. 2018. No. 1. S. 221–224.
6. Zalogova O. I. Criteria for calculating the plan for the formation of group trains // Modern problems of improving the work of railway transport: Sat. scientific tr. M. : RGOTUPS, 2017. S. 46–52.
7. Zalogova O. I. Establishment of the efficiency of the formation of long group trains // Tez. report third scientific method. conf. / Ros. state open. tech. University of Communications. M., 2016. Ch. 1-M. pp. 25–27.
8. Leontiev R. G., Orlov A. L., Khokhlov S. A. Imperatives and strategies for the development of the economy and transport of the Russian Federation and China // Vestniktransporta. 2011. No. 12. P. 14–19.
9. Bykov Yu. A. Improvement of the theory and practice of design, reconstruction and operation of railways // Mezhevuz. Sat. scientific tr. / Far East. state University of Communications. Khabarovsk, 2016, pp. 17–23.
10. Economic research and the basics of designing railways: textbook. for universities railway transp. / B. A. Volkov, I. V. Turbin, E. S. Svintsov, N. S. Lobanova; ed. B. A. Volkova. M. : Route, 2015. 408 p.
11. Dmitrenko A. V. Efficiency of construction of additional main tracks on existing railway lines. Sovremennyyetehnologii. System analysis. Modeling. 2014. No. 4. P. 154–161.
12. Klimov A. A. Stations and nodes - a promising direction in the development of transport science // Bulletin of the Siberian State University of Communications. 2017. No. 16. S. 188–197.
13. Kozlova S. B. On the issue of increasing the throughput capacity of the polygons of the transport network // Bulletin of the Central Research Institute of the Ministry of Railways. 2018 No. 6. S. 25–28.
14. Levin D. Yu., Pavlov VL Calculation and use of railway capacity. M., 2019. 364 p.
15. Nekhoroshkov V. P. Railway transport in the development of foreign economic activity of the Eastern regions of Russia. Novosibirsk: Nauka, 2018. 228 p.
16. Umarov H. K., Svintsov E. S. Increasing the capacity of the limiting run of the Angren-Pap line // Izvestiya of the Petersburg University of Communications. 2015. No. 2 (43). pp. 84–90.
17. History of railway transport in Russia / G. M. Fadeev, F. K. Amelin, F. K. Bernhard [and others]. M., 2014. 335 p.
18. Gruntov P. S. Management of operational work and quality of transportation on railway transport. M. : Transport, 2015. 544 p.

Информация об авторах

Шкандыбин Д. Н. - аспирант, Российский университет транспорта, Москва, Россия.

Information about the author

Shkandybin D. N. - graduate student, Russian University of Transport, Moscow, Russia.

Статья поступила в редакцию 01.08.2022, одобрена после рецензирования 30.08.2022, принята к публикации 19.09.2022.

The article was submitted 01.08.2022, approved after reviewing 30.08.2022, accepted for publication 19.09.2022.