

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-3-46-63

УДК 656.73.021.5

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ВОЖДЕНИЯ СОЕДИНЕННЫХ ПОЕЗДОВ НА ПОЛИГОНЕ ДВЖД

Кузьмина Н.А.

В настоящее время ОАО «РЖД» работает в условиях интенсивного роста грузопотоков в направлении портов, пограничных переходов, крупных промышленных предприятий Дальнего Востока. Обусловлено это целым рядом внешнеэкономических факторов и конъюнктурных особенностей. Сырьевой характер экономики России и последствия мирового кризиса вынудили промышленников начать поиск новых рынков сбыта, путь к которым пролегает по международному транспортному коридору Восток – Запад и обеспечивается железной дорогой и Тихоокеанскими портами.

За последние пять лет отрасль так и не дождалась масштабных инвестиций, которые ей так необходимы для развития сети железных дорог России. Из глобальных мероприятий состоялось только обновление грузового вагонного парка и строительство инфраструктуры путей общего пользования.

Недостаток инвестиций привел к увеличению дефицита пропускных и провозных способностей сети и, как следствие, к неудовлетворенному спросу на перевозки. Динамичному росту объемов перевозок всегда соответствовало развитие сети железных дорог.

Повышение весовых норм грузовых поездов является одним из приоритетных направлений, позволяющим увеличить резерв пропускной способности и провозную способность, а также повысить эффективность работы железных дорог в рыночных условиях.

Цель – На полигоне ДВЖД на всех направлениях к портам существует дефицит пропускной способности. В целях ускорения продвижения поездопотока к ним возникает необходимость рассмотрения всех возможных вариантов. В статье рассматрива-

ются вопросы, связанные с возможностью пропуска соединенных поездов на двухпутных участках Дальневосточной железной дороги, как при постоянном их вождении, так и в условиях производства летних путевых работ.

Метод или методология проведения работы: для решения задачи движения соединенных поездов используются графические и аналитические методы математического моделирования, научные методы сбора и обработки статистических данных, современные достижения в части общих принципов и методов управления рисками.

Результаты: выявлены необходимые условия для обеспечения движения соединенных поездов.

Область применения результатов: заключается в сравнении количества соединенных поездов своего формирования для участка и транзитных, которые поступают с Забайкальской железной дороги и участка Архара – Хабаровск II, выявлении преимущественных направлений следования таких поездов, а также положительных и отрицательных воздействий на такие показатели как средняя масса поезда и участковая скорость движения.

Ключевые слова: соединенный поезд; пропускная способность; поездопоток; провозная способность; масса поезда; длина состава поезда в условных вагонах.

STUDY OF CONDITIONS FOR DRIVING CONNECTED TRAINS ON THE FIRST RANGE

Kuzmina N.A.

At present, Russian Railways is operating under conditions of intensive growth in freight traffic to ports, border crossings, and large industrial enterprises in the Far East. This is due to a number of external economic factors and market specifics. The raw-material nature of the Russian economy and the consequences of the global crisis forced industrialists to start looking for new sales markets, the way to which

runs along the East-West international transport corridor and is provided by the railway and Pacific ports.

Over the past five years, the industry has not seen the large-scale investments that it so much needs to develop the Russian railway network. Of the global events, only the renewal of the freight car fleet and the construction of infrastructure for non-public tracks took place.

The lack of investment has led to an increase in the network's capacity and capacity deficit and, as a result, to an unmet demand for transportation. The dynamic growth of traffic volumes has always been matched by the development of the railway network.

Increasing the weight norms of freight trains is one of the priority directions, allowing to increase the reserve carrying capacity and carrying capacity, as well as to improve the efficiency of railways in market conditions.

Purpose. *At the DVZhd landfill, there is a lack of capacity in all directions to the ports. In order to accelerate the movement of train traffic to them, it becomes necessary to consider all possible options. The article discusses issues related to the possibility of passing connected trains on double-track sections of the Far Eastern Railway, both with their constant driving and under conditions of summer track work.*

Methodology. *To solve the problem of the movement of connected trains, graphic and analytical methods of mathematical modeling, scientific methods of collecting and processing statistical data, modern achievements in terms of general principles and methods of risk management are used.*

Results. *The necessary conditions for ensuring the movement of connected trains have been identified.*

Practical implications *consists in comparing the number of connected trains of its formation for the section and transit ones that come from the Transbaikal railway and the Arkhara - Khabarovsk II section, identifying the preferred directions of such trains, as well as positive and negative impacts on such indicators as the average train weight and section speed.*

Keywords: *connected train; capacity; train traffic; carrying capacity; train weight; length of the train in conventional wagons.*

Дальневосточная железная дорога последние несколько лет работает в условиях возрастающего объема перевозок. Грузооборот дороги относительно 2013 года вырос на 44% и превысил отметку в 300 млн. ткм. Почти на четверть выросла среднесуточная погрузка в адрес дороги и на треть прием по основному междорожному стыку Архара. Среднесуточная выгрузка достигла рекордных показателей и вплотную приблизилась к показателю 6000 вагонов. Полигонные технологии управления перевозочным процессом, повышение уровня взаимодействия со стивидорами позволили дорогам сети значительно нарастить объемы погрузки, а портам Хабаровского и Приморского краев обеспечить загрузку новых производственных мощностей. ДВЖД удалось при максимальной загрузке железнодорожной инфраструктуры обеспечить транспортировку возросшего экспортного грузопотока в адрес потребителей азиатского рынка, обеспечить работу новых транспортно-логистических направлений. Наибольший прирост перевалки отмечен в портах Владивостокского, Находкинского и Ванино-Совгаванского транспортных узлов и без того самых грузонапряженных направлениях магистрали. В текущем году перед коллективом дороги стоят еще более амбициозные задачи. Необходимо обеспечить пропуск возрастающего грузопотока, достичь новых показателей собственной погрузки и все это в условиях ввода в эксплуатацию новых портовых мощностей при рекордной (более 125 млрд. рублей) инвестиционной программе и значительных объемах ремонта пути. Однако при расширении возможностей припортовых станций основным барьером на пути вагонопотока в перспективе останется магистральная инфраструктура. Обеспечение пропуска перспективных объемов грузов возможно при реализации ключевых проектов повышения пропускных и провозных способностей. В связи со значительным ростом объемов перевозок предполагается дефицит пропускной способности на участках Транссибирской магистрали (Восточно-Сибирской и Дальневосточной железных дорог). [6] Такое увеличение объемов перевозок приведет к существенному изменению загрузки всех участков рассматриваемого полигона. Проведенный анализ работы

направления Хабаровск II – Находка-Восточная по формированию и пропуску соединенных грузовых поездов по данным за 2018 и 2019 гг. заключался в сравнении количества соединенных поездов своего формирования для участка и транзитных, которые поступают с Забайкальской железной дороги и участка Архара – Хабаровск II. Целью исследования было выявление преимущественных направлений следования таких поездов, а также положительных и отрицательных воздействий на такие показатели как средняя масса поезда и участковая скорость движения.

За 12 месяцев 2019 года по участку Хабаровск II – Шкотово (до станции Находка-Восточная соединенные поезда не следуют из-за сложного профиля пути) было пропущено:

- 1281 соединенный поезд в четном направлении, в том числе 26 поездов, принятых по стыку Архара с Забайкальской железной дороги и 39 поездов с участка Архара – Хабаровск II;
- 857 соединенных поездов в нечетном направлении, которые для данного участка являются поездами своего формирования.

Четные соединенные поезда продвигаются по участку Хабаровск II – Находка-Восточная преимущественно до станций Артем-Приморский III – 562 поезда, Сибирцево – 212 поездов, Лесозаводск I – 100 поездов и Угловая – 65 поездов. Нечетные соединенные поезда следуют в основном до станций Хор – 516 поездов, Вяземская – 158 поездов и Дормидонтовка – 54 поезда.

На рисунке 1 и 2 представлены гистограммы, представленные, показывающие процентное соотношение числа сформированных соединенных поездов на станции от общего числа формируемых поездов данной категории на участке Хабаровск II – Находка-Восточная за 2018 и 2019 года.

Таким образом, в 2018 году объем работы по формированию четных соединенных поездов был уменьшен на станции Хабаровск II на 40% и передан в основном на станцию Хор. На станции Артем-Приморский I было исключено соединение нечетных поездов, а выполнение данной операции перенесено на станцию Артем-Приморский III.

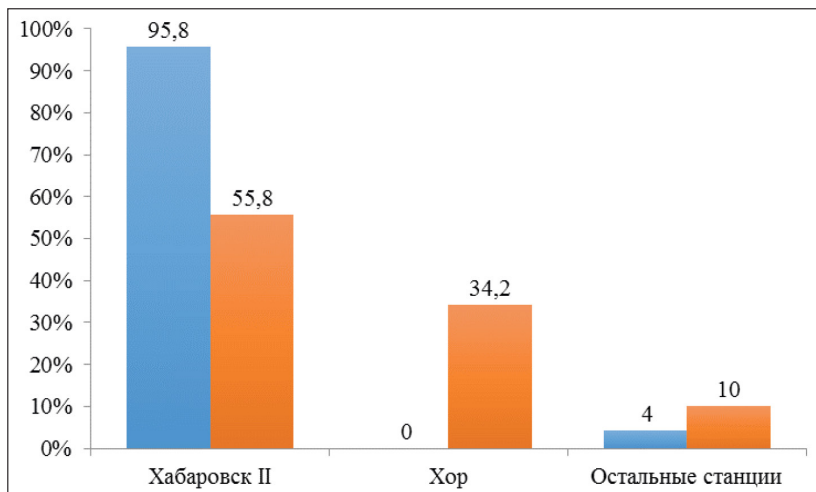


Рис. 1. Процентное соотношение числа четных соединенных поездов в зависимости от станции формирования

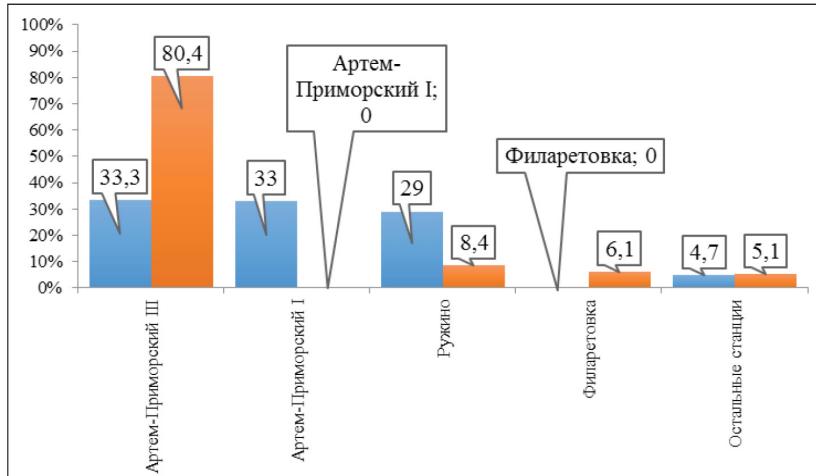


Рис. 2. Процентное соотношение числа нечетных соединенных поездов в зависимости от станции формирования

Количество соединенных поездов, проведенных по участку Хабаровск II – Находка-Восточная в 2019 году, увеличено на 76 поез-

дов в четном направлении и на 317 поездов в нечетном направлении. В направлении от станции Хабаровск II до станции Шкотово было пропущено 1216 соединенных поездов, что привело к повышению средней массы поезда на 33,2 тонны, но к уменьшению участковой скорости на 1,09 км/ч, в нечетном направлении – 857 поездов, что вызвало увеличение средней массы на 22,5 тонны и уменьшение участковой скорости на 0,53 км/ч.

По главному ходу всего было проведено 3522 соединенных поезда, что увеличило среднюю массу поезда на Дальневосточной железной дороге на 77,4 тонны (в электротяге на 125,6 тонн), а также способствовало снижению участковой скорости на 2,53 км/ч (в электротяге на 0,58 км/ч). Экономический эффект от пропуска соединенных поездов по главному ходу составил 18,41 миллиона рублей.

Пропуск соединенных поездов применяется для повышения пропускной способности отдельных участков, а также улучшения технико-экономических показателей их работы и может рассматриваться в качестве временного и постоянного мероприятия.

Кроме того, для обеспечения движения соединенных поездов требуется наличие необходимых условий:

1. длинные приемо-отправочные пути (двойная норма) на части промежуточных раздельных пунктов;
2. специальные вставки дополнительного главного пути на перегонах, примыкающих к участковым и сортировочным станциям (наличие вставок позволяет осуществлять соединение и разъединение составов без задержек других поездов).
3. обеспечение необходимого межпоездного интервала контактной сетью.

Выполненный анализ путевого развития станций на участках их вождения показывает, что только на некоторых из них имеются длинные приемоотправочные пути, что позволяет их использовать для пропуска соединенных поездов. Но при этом на всех станциях соединение поездов будет происходить с выходом за границу станции (таблица 2)

Таблица 2.

Число станций для соединения поездов

Число станций	Количество приемоотправочных путей	Вместимость самого длинного пути в условных вагонах
1	6 - 2	63
1	7 - 4	66
1	6 - 2	99
1	8 - 3	95
1	5 - 3	61
1	8 - 3	108
2	1 - 1	69
1	5 - 2	66

Как видно из таблицы 2 на станциях отсутствуют приемоотправочные пути с длиной равной двойной норме состава поезда. В связи с этим их соединение будет выполняться с частичным выходом состава на другие пути или за границу станции.

Анализируя подходы к станциям, можно видеть, что специальные вставки дополнительного главного пути на перегонах отсутствуют.

Что касается третьего условия, то для обоснования его выполнения необходимо выполнить расчет межпоездного интервала. Для того, чтобы обеспечивать нормальное функционирование контактной сети рассчитываются межпоездные интервалы при движении соединенных поездов путем деления расчетного расстояния на ходовую скорость, мин.:

Что касается третьего условия, то для обоснования его выполнения необходимо выполнить расчет межпоездного интервала. Для того, чтобы обеспечивать нормальное функционирование контактной сети рассчитываются межпоездные интервалы при движении соединенных поездов путем деления расчетного расстояния на ходовую скорость, мин.:

$$I = 0,06 \cdot \frac{l'_{\text{бл}} + l''_{\text{бл}} + l'''_{\text{бл}} + l_n}{v_x}$$

В связи с тем, что при пропуске соединенных поездов возникает большая нагрузка на сеть необходимо учитывать межпоездной

интервал на пути питаемом фидером, расчет которого ведется в зависимости от состояния системы тягового электроснабжения для установленных весовых норм грузовых поездов.

Так, для двухпутного участка межпоездной интервал i_f на пути, питаемом фидером f , мин. определится делением полное время хода поезда установленной массы по пути межподстанционной зоны, питаемому фидером f на число поездов, получающих одно-временное питание от этого фидера.

$$i_f = t_{xf} / n_{of},$$

От каждого фидера f одновременно может получать питание n_{of} поездов:

$$n_{of} = n_o \cdot c_f$$

Число поездов, которое может одновременно находиться в зоне питания подстанции исходя из мощности каждого из расчетных элементов силового оборудования для системы переменного тока 25кВ:

$$n_0 = \frac{1,1 \cdot I_{эмт}}{2 \cdot I_{нл}^{нб} + 0,65 \cdot I_{нл}^{нм}}$$

где $I_{нл}^{нб}, I_{нл}^{нм}$ – ток плеча подстанции соответственно с наибольшей и наименьшей нагрузкой, A ; $F_{нл}$ – число фидеров, питающих рассматриваемое плечо; $I_{эмт}$ – эффективный ток тяговой подстанции, A ; a_{nf} – коэффициент, зависящий от числа путей: $a_{nf} = 0,9$ для двухпутного участка; c_f – коэффициент, учитывающий размеры движения по путям, питаемым фидерами подстанции; N_f – число поездов в сутки на пути, питаемом фидером f .

При расчете интервала рассматриваются варианты пропуска поездов по участку, приведенные на рисунке 5. На нем показан пропуск одиночных поездов установленной массы, пропуск четырех одиночных поездов до станции их объединения и далее пакетом, и соединение двух поездов и пропуск их перед одиночным. Такое разное расположение оказывает влияние на расчетный межпоездной интервал.

Значения межпоездных интервалов при нормальном режиме работы и в зависимости от состояния контактной сети и массы состава поезда (вынужденный) приведены в таблице 3.

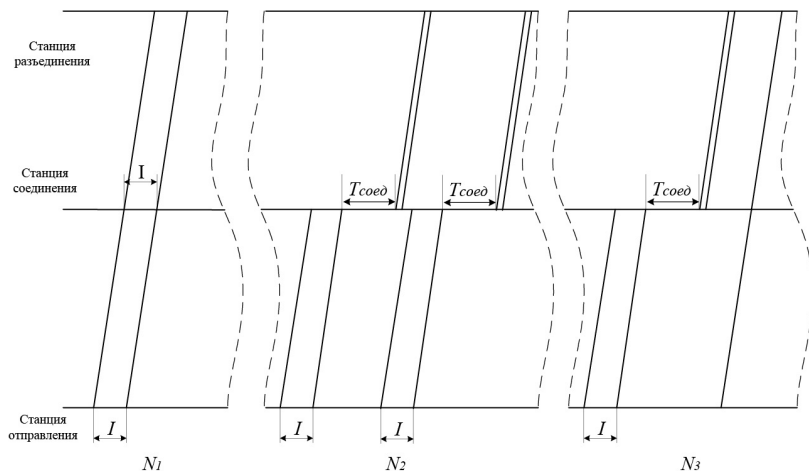


Рис. 5. Возможные варианты пропуска поездов по железнодорожному участку

Таблица 3.

Минимальный расчетный межпоездной интервал (минут)

Сочетание поездов по весу	Режим расчета интервала	
	нормальный	вынужденный
6000-6300-6000 т	10	14
3200 – 3200 т	12	15
6300-7100-6300 т	10	15
6300-8300-6300т	11	16
6300-12600-6300т	18	20
6300-9100-6300 т	18	20
12600-6300-12600 т	20	25

Как следует из таблицы 3 состояние контактной сети и повыше-
 ние массы состава поездов увеличивают межпоездной интервал.

Итак, анализ условий показывает, что на полигоне ДВЖД формирование и пропуск соединенных поездов связано с рядом трудностей. Все три необходимых условия не выполняются в полном объеме.

Объединение и пропуск соединенных поездов, согласно нормативным документам, разрешается при наличии исправно действующей поездной радиосвязи между ДНЦ, ДСП и машинистом головного локомотива, а также между ним и другими машинистами

соединенного поезда. При соединении груженого и порожнего поездов первым располагается груженный. Пропуск таких поездов выполняется, как правило, по главным путям промежуточных станций.

Для проверки технических возможностей станций рассчитывается пропускная способность приемо-отправочных парков и путей.

Общее время занятия путей предусмотренными технологическим процессом операциями с грузовыми поездами, зависящими от размеров движения и специализации путей, определяется по формуле, мин.:

$$T = n'_{mp} t'_{зан}{}^{mp} + n'_p t'_{зан}{}^p + n'_\phi t'_{зан}{}^\phi + n'_j t'_{зан}{}^j)(1 + \rho),$$

где n'_{mp} – число транзитных поездов, пропускаемых через парк с подхода, поезда; n'_p – число разборных поездов всех категорий (кроме сборных и вывозных с работой на участке), поступающих в парк, поезда; n'_ϕ – число поездов своего формирования всех категорий (кроме сборных и вывозных с работой на участке), отправляемые из парка; $t'_{зан}{}^{mp}, t'_{зан}{}^p, t'_{зан}{}^\phi$ – время занятия пути выполнением технологических операций с поездами соответствующих категорий и различных подходов (выходов), мин; n'_j – число передач углового потока или местных вагонов и состава поездов, выставляемых в приемный парк для расформирования, поезда; $t'_{зан}{}^j$ – время занятия пути одной передачей (составом) по технологическому процессу, мин; ρ – потребный коэффициент, для приемо-отправочных путей неузловых станций двухпутных линий $\rho = 0,2$.

Коэффициент использования имеющейся мощности парка путей определяется:

$$K = \frac{T}{\alpha \cdot \beta \cdot 1440 \cdot m \cdot \sum T'_{носм}{}^{np}},$$

где α – коэффициент, учитывающий влияние на использование путей движения пассажирских и сборных поездов, $\alpha = 0,6$ β – коэффициент, показывающий влияние пассажирских и сборных поездов на использование путей парка приема (отправления), $\beta = 1$ m – наличное число путей; $\sum T'_{носм}{}^{np}$ – время занятия путей, используемых для грузовых поездов, выполнением в течение суток прочих

постоянных операций, не изменяющихся пропорционально размерам движения, и работам по текущему обслуживанию, плановым видам ремонта и снегоуборке.

Результаты расчетов сведены в таблицу 4.

Таблица 4.

Расчет общего времени занятия путей станций

Станции	Направление	Число ПОП	$t_{\text{пр}}^{\text{зан}}$	$t_{\text{соед}}^{\text{зан}}$	$\sum (n_i \cdot t_i)$	T , мин	K
Арх	четное	6	15	40	1175	1410	0,28
Обл	четное	6	15	40	1175	1410	0,28
	нечетное	8	15	40	1120	1344	0,20
Бр	четное	7	15	40	1175	1410	0,24
	нечетное	5	15	40	1120	1344	0,32
Брб	нечетное	5	15	40	1120	1344	0,32
Ин	нечетное	1	15	40	1120	1344	1,70
Х2	нечетное	8	82	100	5292	6350,4	0,93

Из таблицы 4 следует, что на станциях где происходит соединение и разъединение достаточно путей приемо-отправочного парка.

Практика показывает, что внедрение прогрессивной технологии вождения соединенных поездов обеспечивает интенсификацию использования пропускной и провозной способности железных дорог, но в каждом конкретном случае организация движения таких поездов должна быть технико-экономически обоснована.

На участках, исчерпавших пропускную способность, целесообразна организация вождения соединенных поездов, иначе для освоения возрастающих размеров движения требуется усиление технического оснащения или строительство новой линии. При максимальной интенсивности движения поездов на участке вождение соединенных поездов несколько снижает наличную пропускную способность, но значительно увеличивает провозную. Степень изменения пропускной и провозной способности зависит от числа объединяемых составов и доли соединенных поездов от общих размеров движения. В условиях оптимального использования пропускной способности целесообразность регулярно-

го вождения соединенных поездов должна обосновываться технико-экономическими расчетами. В случаях недоиспользования пропускной способности организация движения соединенных поездов может быть рекомендована только как временная мера в период «окон» или временного увеличения размеров движения.

Применение пропуска соединенных поездов проблему, как правило, не решает и съём поездов присутствует. Поэтому поиск оптимального способа организации движения поездов и использования передовых достижений научно-технического прогресса остается актуальным.

Список литературы

1. О развитии тяжеловесного движения. Статья РЖД партнер [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://souzovs.com/>
2. Растущий профицит не дает железнодорожным операторам зарабатывать // Ведомости [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2015/07/08/599655-profitsit-na-seti-rzhd-stabilizirovalsya>
3. Бондаренко О.А. Вопросы развития тяжеловесного движения грузовых поездов // Наука и образование транспорту. 2016. № 1. С. 91–93.
4. Задачи развития тяжеловесного движения на сети железных дорог РФ [Электронный ресурс]. <http://www.rostransport.com>.
5. Курбасов А.С. Увеличение скоростей на железных дорогах России: возможности и преимущества // Транспорт РФ. 2011. № 6. С. 20–23.
6. Лесун А.Ф. Программа увеличения веса поезда – в действии // Железнодорожный транспорт. 2011. № 10. С. 16–24.
7. Миронов А.Ю. Реализация сетевых задач при обеспечении пропуска тяжеловесных поездов по твердым «ниткам» графика // Железнодорожный транспорт. 2011. № 8. С. 39–43.
8. О совершенствовании организации обращения грузовых поездов повышенной массы и длины на инфраструктуре ОАО «РЖД» № 1704р от 28 августа 2012 г.

9. Стратегия развития Российских железных дорог на период до 2030 г. Режим доступа: <http://ar2016.rzd.ru/ru/strategy/development-strategy-2030> (дата обращения 08.04.2018).
10. Стратегия развития холдинга ОАО «РЖД» на период до 2030 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://doc.rzd.ru>
11. Харрис У. Дж. Обобщение передового опыта тяжеловесного движения : вопросы взаимодействия колеса и рельса / У. Дж. Харрис, С.М. Захаров, Дж. Ландгрэн и др. ; пер. с англ. М. : Интекст, 2002. 408 с.
12. Широкова В.В., Кузьмина Н.А. Исследование влияния профиля пути на резерв пропускной способности при реализации проекта «Восточный полигон» // Успехи современной науки. 2016. № 4, том 3. С. 15–20.
13. Abhyuday DR. Cost reduction policies and driving behaviour. Ir train drivers influencing diesel traction energy consumption // Новые тенденции развития в управлении процессами перевозок, автоматике и инфокоммуникациях: тр. Всерос. науч.-практ. конф. ученых трансп. вузов, инженерных работников и представителей академической науки с международным участием (Хабаровск, 29 сентября 2017 г.) / под. ред. А.И. Годяева. Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2017. С. 19–35.
14. Захаров С.М. Об управлении трением в системе колесо-рельс в условиях тяжеловесного движения // Вестник ВНИИЖТ. 2012. № 3. С. 12–16.
15. Ромен Ю. С. Факторы, обуславливающие процессы взаимодействия в системе колесо – рельс при движении поезда в кривых // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2015. №1. С. 17–26.
16. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учеб. для техн. вузов / [А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др.]; Под общ. ред. А.В. Чичинадзе. М.: Машиностроение, 2001. 663 с.
17. Влияние трибологического состояния «колесная пара – рельсы» на взаимодействие колес локомотива с рельсами и износ / В.С. Коссов и др. // Проблемы механики железнодорожного транспорта: Динамика, надежность и безопасность подвижного состава.

Тезисы докладов X Международ. конференции. Днепропетровск: Арт-Пресс, 2000. С. 83–84.

18. Обобщение мирового опыта тяжеловесного движения. Конструкция и содержание железнодорожной инфраструктуры [сборник статей] / М. Роуни и др. ; пер. с англ.: ООО «Интекст» и С. М. Захаров; Международный. ассоц. тяжеловесного движения. М.: Интекст, 2012. 568 с.
19. Система оперативной оценки состояния пути по показателям динамического взаимодействия пути и подвижного состава / Ю.С. Ромен [и др.]. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2010613677. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 4 июня 2010 г.

References

1. *O razvitiy tyazhelovesnogo dvizheniya. Stat'ya RZhd partner* [About the development of heavy traffic. Article Russian Railways partner]. Access mode: <http://souzovs.com/>
2. *Rastushchiy profitsit ne daet zheleznodorozhnym operatoram zarabotat'* [The growing surplus does not allow railway operators to earn]. *Vedomosti*. Access mode: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2015/07/08/599655-profitsit-na-seti-rzhd-stabilizirovalsya>
3. Bondarenko O.A. *Voprosy razvitiya tyazhelovesnogo dvizheniya gruzovykh poezdov* [Issues of development of heavy traffic of freight trains]. *Nauka i obrazovanie transport* [Science and education for transport]. 2016. No. 1. P. 91-93.
4. *Zadachi razvitiya tyazhelovesnogo dvizheniya na seti zheleznykh dorog RF* [Tasks of development of heavy traffic on the network of railways of the Russian Federation]. <http://www.rotransport.com>.
5. Kurbasov A.S. *Uvelichenie skorostey na zheleznykh dorogakh Rossii: vozmozhnosti i preimushchestva* [Increase of speeds on the railways of Russia: opportunities and advantages]. *Transport RF* [Transport of the Russian Federation]. 2011. No. 6. P. 20-23.
6. Lesun A.F. *Programma uvelicheniya vesa poezda - v deystvii* [The program of increasing the weight of the train - in action]. *Zheleznodorozhnyy transport* [Railway transport]. 2011. No. 10. P. 16-24.

7. Mironov A.Yu. Realizatsiya setevykh zadach pri obespechenii propuska tyazhelovesnykh poezdov po tverdyim «nitkam» grafika [Implementation of network tasks while ensuring the passage of heavy trains on hard “strings” of the schedule]. *Zheleznodorozhnyy transport* [Railway transport]. 2011. No. 8. P. 39-43.
8. *O sovershenstvovanii organizatsii obrashcheniya gruzovykh poezdov povyshennoy massy i dliny na infrastrukture OAO «RZhD№ 1704r ot 28 avgusta 2012* [On improving the organization of the circulation of freight trains of increased weight and length on the infrastructure of JSC Russian Railways No. 1704r dated August 28, 2012].
9. *Strategiya razvitiya Rossiyskikh zheleznnykh dorog na period do 2030* [Development strategy of Russian railways for the period up to 2030]. Access mode: <http://ar2016.rzd.ru/ru/strategy/development-strategy-2030> (date of access 08.04.2018).
10. *Strategiya razvitiya kholdinga OAO «RZhD» na period do 2030 goda* [Development strategy of the Russian Railways holding company for the period up to 2030]. Access mode <http://doc.rzd.ru>
11. Harris W. J. *Obobshchenie peredovogo opyta tyazhelovesnogo dvizheniya : voprosy vzaimodeystviya koleasa i rel'sa* [Generalization of advanced experience in heavy-weight traffic: issues of interaction of a wheel and a rail] / W. J. Harris, S. M. Zakharov, J. Landgren and others; per. from English. M.: Intekst, 2002.408 p.
12. Shirokova V.V., Kuzmina N.A. Issledovanie vliyaniya profilya puti na rezerv propusknoy sposobnosti pri realizatsii proekta «Vostochnyy poligon» [Investigation of the influence of the track profile on the reserve of carrying capacity during the implementation of the project “Eastern polygon”]. *Uspekhi sovremennoy nauki* [Successes of modern science]. 2016. No. 4, volume 3 P.15-20.
13. Abhyuday DR. Cost reduction policies and driving behavior. Ir train drivers influencing diesel traction energy consumption. *Novye tendentsii razvitiya v upravlenii protsessami perevozok, avtomatike i infokommunikatsiyakh : tr. Vseros. nauch.-prakt. konf. uchenykh transp. vuzov, inzhenernykh rabotnikov i predstaviteley akademicheskoy nauki s mezhdunarodnym uchastiem (Khabarovsk, 29 sentyabrya 2017 g.)* [New

- development trends in the management of transportation processes, automation and infocommunications: Tr. Vseros. scientific-practical conf. transport scientists universities, engineers and representatives of academic science with international participation (Khabarovsk, September 29, 2017)] / under. ed. A.I. Godyaeva. Khabarovsk: Far East State University of Economics Publishing house, 2017. P. 19-35.
14. Zakharov S.M. Ob upravlenii treniem v sisteme koleso-rel's v usloviyakh tyazhelovesnogo dvizheniya [On friction control in the wheel-rail system under heavy traffic conditions]. *Vestnik VNIIZhT*. 2012. No. 3. P. 12-16.
 15. Romen Yu. S. Factors conditioning the processes of interaction in the wheel-rail system when the train moves in curves [Faktery, obuslavli-vayushchie protsessy vzaimodeystviya v sisteme koleso - rel's pri dvizhenii poezda v krivykh]. *Vestnik nauchno-issledovatel'skogo instituta zheleznodorozhnogo transporta* [Bulletin of the Scientific Research Institute of Railway Transport]. 2015. No. 1. S. 17-26.
 16. *Osnovy tribologii (trenie, iznos, smazka)* [Fundamentals of tribology (friction, wear, lubrication)]: Textbook. for tech. universities / [A.V. Chichinadze, E.D. Brown, N.A. Bushe and others]; Under total. ed. A.V. Chichinadze. M.: Mashinostroenie, 2001. 663 p.
 17. Vliyanie tribologicheskogo sostoyaniya «kolesnaya para - rel'sy» na vzaimodeystvie koles lokomotiva s rel'sami i iznos [The influence of the tribological state “wheelset - rails” on the interaction of locomotive wheels with rails and wear] / V.S. Kossov et al. *Problemy mekhaniki zheleznodorozhnogo transporta: Dinamika, nadezhnost' i bezopasnost' podvizhnogo sostava. Tezisy dokladov X Mezhdunarod. konferentsii* [Problems of railway transport mechanics: Dynamics, reliability and safety of rolling stock. Abstracts of the X International. Conferences]. Dnepropetrovsk: Art-Press, 2000. P. 83-84.
 18. *Obobshchenie mirovogo opyta tyazhelovesnogo dvizheniya. Konstruktsiya i sodержanie zheleznodorozhnoy infrastruktury [sbornik statey]* [Generalization of the world experience of heavy traffic. Construction and maintenance of railway infrastructure [collection of articles]] / M. Roney et al.; per. from English: OOO Intekst and S. M. Zakharov; Int. assoc. heavy traffic. Moscow: Intekst, 2012. 568 p.

19. *Sistema operativnoy otsenki sostoyaniya puti po pokazatelyam dinamicheskogo vzaimodeystviya puti i podvizhnogo sostava* [The system of operational assessment of the state of the track according to the indicators of dynamic interaction of the track and rolling stock] / Yu.S. Romain [et al.]. Certificate of state registration of the computer program No. 2010613677. Registered in the Register of Computer Programs on June 4, 2010.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Кузьмина Наталья Александровна, доцент кафедры «Организация перевозок и безопасность на транспорте», кандидат педагогических наук

Дальневосточный государственный университет путей сообщений

*ул. Серышева, 47, г. Хабаровск, 280021, Российская Федерация
kuzminaprepodavatel@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHOR

Kuzmina Natalya Aleksandrovna, Associate Professor of the Department “Organization of Transportation and Transport Safety”, Candidate of Pedagogical Sciences

Far Eastern State Transport University

47, Serysheva st., Khabarovsk, 280021, Russian Federation

kuzminaprepodavatel@mail.ru

ORCID: 0000-0002-0598-5422