

А. С. Козлова, К. А. Кирпичников

Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, Российская Федерация

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОПУСКА ПОЕЗДОВ ПОВЫШЕННОЙ МАССЫ И ДЛИНЫ НА ЗАБАЙКАЛЬСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Аннотация. Увеличение массы и длины поездов является приоритетным направлением развития железнодорожного транспорта в России. Особо актуально это направление на Восточном полигоне в условиях возрастающего грузооборота, где Забайкальская железная дорога выступает ключевым звеном транспортного коридора. В статье рассматривается проблема организации пропуска поездов повышенной массы и длины на Забайкальской железной дороге.

Проанализирована динамика грузонапряженности на исследуемом участке и обоснована перспективность увеличения массы поездов.

Представлены результаты комплексного исследования технического состояния участка Забайкальской железной дороги протяженностью 413 км, включающий 24 станции. Исследование охватывает параметры приемоотправочных путей, характеристику плана и профиля железнодорожного пути, состояния земляного полотна и искусственных сооружений. Техническое состояние некоторых участков Забайкальской железной дороги показало несоответствие требованиям для обращения поездов повышенной массы и длины.

Выполнены тяговые расчеты для составов массой 7100 т, 10000 т, 12000 т. Выявлены «проблемные» зоны по плану и профилю, ограничивающие движение тяжеловесных поездов.

Разработан комплекс реконструктивных мероприятий, включающий спрямление трассы, увеличение радиусов кривых участков пути, уположение уклонов и удлинение приемоотправочных путей. Предложенные решения позволяют повысить провозную способность Забайкальской железной дороги в условиях прогнозируемого роста грузонапряженности. При ограниченных возможностях увеличения количества вагонов, технология пропуска тяжеловесных составов позволяет повысить эффективность инфраструктуры без строительства дополнительных путей.

Ключевые слова: Забайкальская железная дорога, поезд повышенной массы и длины, тяговые расчеты, грузонапряженность, реконструкция, техническое оснащение

A. S. Kozlova, K. A. Kirpichnikov

Trans-Baikal Institute of Railway Transport, Chita, the Russian Federation

IMPLEMENTATION OF THE PASSAGE OF TRAINS OF INCREASED MASS AND LENGTH ON THE TRANS-BAIKAL RAILWAY

Abstract. Increasing the mass and length of trains is a priority for the development of railway transport in Russia. This direction is particularly relevant at the Eastern Landfill in conditions of increasing cargo turnover, where the Trans-Baikal Railway acts as a key link in the transport corridor. The article discusses the problem of the organization of passage of trains of increased weight and length on the Trans-Baikal railway.

The dynamics of load on the studied section is analyzed and the prospects of increasing the mass of trains are substantiated.

The results of a comprehensive study of the technical condition of the Trans-Baikal railway section with a length of 413 km, including 24 stations, are presented. The study covers the parameters of the receiving and sending tracks, the characteristics of the plan and profile of the railway track, the condition of the roadbed and artificial structures. The technical condition of some sections of the Trans-Baikal railway showed non-compliance with the requirements for handling trains of increased weight and length.

Traction calculations were performed for trains weighing 7 100 tons, 10 000 tons and 12 000 tons. The «problem» zones have been identified according to the plan and profile, limiting the movement of heavy trains.

A set of reconstructive measures has been developed, including straightening the route, increasing the radii of curved sections of the track, lowering the slopes and lengthening the receiving and sending paths. The proposed solutions make it possible to increase the carrying capacity of the Trans-Baikal Railway in the context of the projected increase in freight traffic. With limited opportunities to increase the number of wagons, the technology for passing heavy-duty trains makes it possible to increase the efficiency of the infrastructure without building additional tracks.

Keywords: Trans-Baikal railway, high-weight and long train, traction calculations, load capacity, reconstruction, technical equipment

Введение

Увеличение массы и длины поездов является одним из ключевых инструментов повышения эффективности грузовых перевозок и наращивания провозной способности железных дорог. Это не только способ увеличить объемы перевозок, но и важный механизм для оптимизации работы железнодорожной сети и снижения себестоимости перевозок грузов [1–3].

В настоящее время на железных дорогах Восточного полигона перемещаются поезда с минимальной массой 7 100 т, однако холдинг «Российские железные дороги» («РЖД») сообщил, что успешно реализуются отправки грузов массой до 14 200 т [4].

Забайкальская железная дорога, являющаяся важным звеном транспортного полигона между Центральной Россией и Китаем, выступает одним из перспективных полигонов для внедрения технологии пропуска поездов повышенной массы и длины. Реализация данной задачи требует комплексного подхода, учитывающего все параметры технического состояния инфраструктуры.

Целью данной статьи является изучение возможности повышения масс и длин поездов на полигоне Забайкальской железной дороги, определение необходимых мероприятий по увеличению провозной способности и организация реконструктивных мероприятий на участках «проблемных» зон.

Анализ овладения перевозками

Для определения объемов перевозок по участку железной дороги на перспективу необходимым является изучение их динамики за предыдущие несколько лет. Для того, чтобы более эффективно использовать потенциал железной дороги, важно изучить особенности ее функционирования.

На каждой железной дороге ожидаемые размеры перевозок определяются на основании экономических изысканий и являются основными исходными данными для установления параметров проектирования железной дороги. В связи с постоянным и непрерывным развитием экономики России размеры перевозок, выполняемые железными дорогами, постоянно и непрерывно возрастают.

Анализ показателей работы Забайкальской железной дороги за 2020–2024 гг. демонстрирует устойчивую динамику роста объемов перевозок. Так, грузооборот показал прирост на 9 %. Динамика прироста или спада грузооборота по железной дороге связана с различными факторами. Одним из главных является экономическая ситуация в стране и мире. Уровень инвестиций в развитие железнодорожной инфраструктуры и транспортной логистики тоже имеет большое значение. Кроме того, спрос на перевозку грузов может меняться в зависимости от изменения потребностей отдельных отраслей экономики.

Были проанализированы и средние веса грузового поезда на участке, показатели за 4 года изменились незначительно. Можно сделать вывод о том, что значения грузонапряженности растут за счет увеличения пропускной способности железной дороги.

Учитывая прогнозируемый рост грузооборота примерно на 4,2 % ежегодно и ограничения резервов повышения пропускной способности, увеличение массы состава становится наиболее перспективным направлением развития. После 2024 г. количество пар поездов предполагается оставить на постоянном уровне, а увеличение провозной способности обеспечить за счет повышения среднего веса поезда (рис. 1).

Анализ представленной информации позволяет сделать вывод о том, что увеличение веса поездов является перспективным направлением повышения эффективности железнодорожных перевозок. Успешные опыты «РЖД» по отправке поездов массой до 14 200 т подтверждают эту возможность. Только комплексный подход с учетом всех факторов позволит реализовать потенциал увеличения веса поездов и вывести эффективность железнодорожных перевозок на новый уровень.

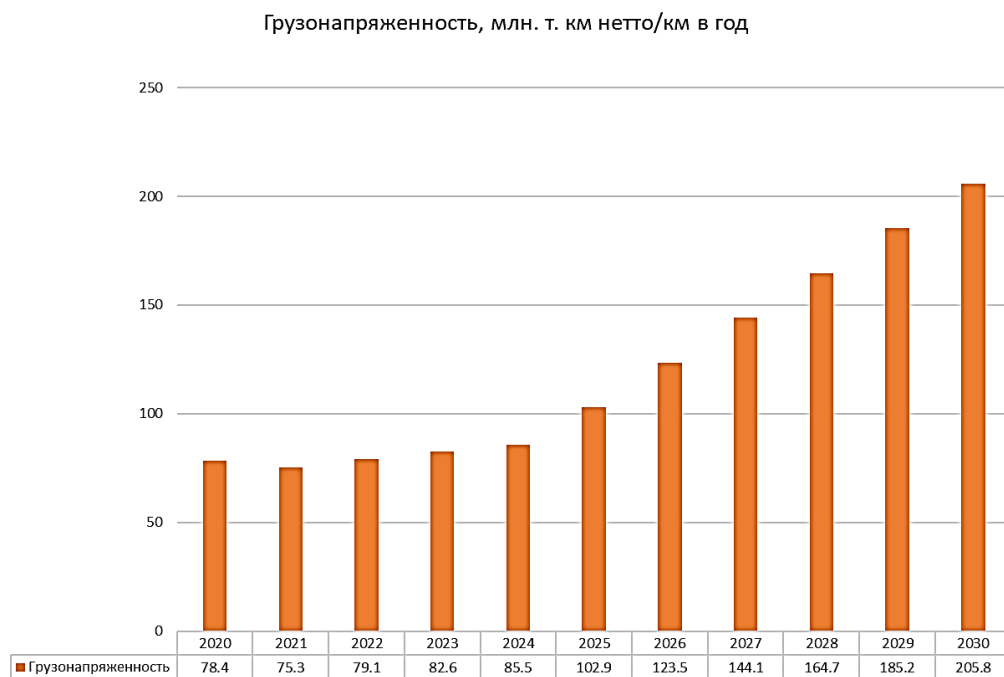


Рис. 1. Динамика прироста грузонапряженности на Забайкальской железной дороге

Характеристика существующего пути

Для оценки возможности пропуска поездов повышенной массы и длины на Забайкальской железной дороге было проведен анализ технического состояния участка протяженностью 413 км, включающего 24 станции (рис. 2). Для удобства расчетов и анализа участок разделен на 3 зоны.



Рис. 2. Исследуемый участок

Станции имеют, кроме главного пути, соответственно приемоотправочные пути, которые расположены по поперечной схеме. При анализе станций определены: количество приемоотправочных путей, их длины, высчитана доля этих длин (в %) и определена максимальная длина приемоотправочных путей по каждой станции.

Анализ приемоотправочных путей показал, что максимальное количество путей на третьей зоне исследуемого участка, минимальное на второй зоне. Длина приемоотправочных путей варьируется от 865 м до 1 800 м. При этом для пропуска поездов длиной 1 208 м, 1 553 м и 1 853 м, соответствующих массе 7 100 т, 10 000 т и 12 000 т, требуется удлинение большинства станционных путей.

Поезд повышенной массы оказывает высокую нагрузку на верхнее строение пути. Главное препятствие для нормального движения поезда – это круговые кривые. Наличие большого количества кривых, особенно малого радиуса, создает значительные ограничения скорости движения поездов и является существенным фактором, осложняющим пропуск составов повышенной массы и длины.

Исследование плана и профиля железнодорожного пути выявило, что существующая трасса характеризуется высокой долей кривых участков пути: 50 % на участке первой зоны, 29 % на участке второй зоны, 41 % на третьей зоны (табл. 1). Особенно проблематичны кривые малого радиуса (менее 350 м), доля которых достигает 11 % на первом участке. Наличие большого количества кривых, особенно малого радиуса, создает значительные ограничения скорости движения поездов и является существенным фактором, осложняющим пропуск составов повышенной массы и длины [5, 6].

Таблица 1. Расчет кривых и прямых в процентном соотношении

Кривые	Участок		
	Первая зона	Вторая зона	Третья зона
$R > 1\,200$	4,8	6,4	4,8
$R > 1\,000$	4,4	4,4	9,3
$R > 600$	15,3	6,6	10,5
$R > 350$	14,8	8,9	9,3
$R < 350$	10,8	3,1	7,1
% кривых	50,1	29,3	41,0
% прямых	49,9	70,7	59,0

Отдельное внимание было уделено оценке состояния земляного полотна и искусственных сооружений. Выявлены различные протяженные деформации: вывалы, обвалы и обрушения откосов, осадки пути на льдистых грунтах, осыпи откосов и размывы основной площадки. Участок первой зоны имеет большое количество деформаций земляного полотна, на нем также сосредоточено максимальное количество слабых и дефектных искусственных сооружений [7].

Для оценки возможности пропуска поездов повышенной массы и длины были выполнены тяговые расчеты по 3 вариантам: состав массой 7 100 т (длина 1 208 м), 10 000 т (длина 1 553 м) и 12 000 т (длина 1 853 м) [8–10].

Анализ отдельных пунктов, плана, земляного полотна и искусственных сооружений позволил выявить проблемные участки трассы. Реконструкция железнодорожной инфраструктуры на этих участках является необходимой мерой для обеспечения пропуска поездов повышенной массы и длины, а также безопасности и эффективности транспортной системы, позволит увеличить скорость перевозки грузов, пропускную и провозную способность участка [11, 12].

Технологические и конструктивные решения по реконструкции плана и профиля

Анализ плана и профиля реконструируемого участка поможет выявить отступления от действующих строительных норм и правил, которые необходимо ликвидировать при реконструкции для обеспечения пропуска поездов повышенной массы и длины.

На основе полученных данных были разработаны мероприятия по реконструкции выявленных «проблемных» зон на участке Забайкальской железной дороги [13–15].

В плане, на участке первой реконструкции содержится множество кривых малого радиуса с большим углом поворота. Продольный профиль имеет затяжной подъем. Проанализировав продольный профиль, можно сделать вывод, что фактический уклон варьируется до 12 ‰. Требуется реконструкция, как и плана, так и продольного профиля участка.

На участке первой зоны (рис. 3) предлагается спрямление трассы с увеличением радиусов кривых до 1 500 м и уположение уклонов до 8 ‰. Высота насыпей при этом не превысит 8 м (рис. 4).



Рис. 3. Участок первой «проблемной» зоны



Рис. 4. Реконструкция первой «проблемной» зоны

В плане на участке второй реконструкции содержится множество кривых малого радиуса с большим углом поворота. Продольный профиль также имеет затяжной подъем, где фактический уклон достигает до 11 %.

На участке третьей зоны (рис. 5) планируется уположение уклонов до 8 ‰ при небольшом увеличении глубины выемки до 8 м и использовании радиусов кривых до 1 500 м (рис. 6).



Рис. 5. Участок второй «проблемной» зоны

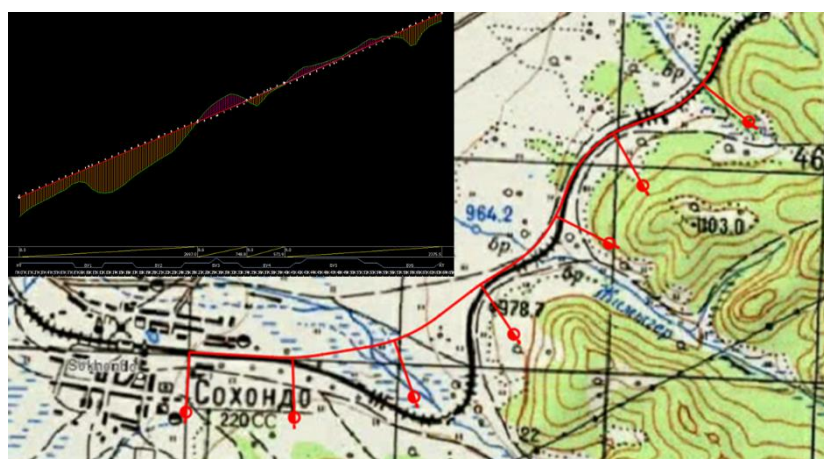


Рис. 6. Реконструкция второй «проблемной» зоны

В плане на участке третьей реконструкции содержится множество кривых малого радиуса. Проанализировав продольный профиль, можно сделать вывод, что фактический уклон варьируется от 5 ‰ до 10 ‰.

На участке третьей зоны (рис. 7) предложено изменение плана пути с увеличением радиусов кривых до 1 200 м и уположение уклонов до 8 ‰. Однако это потребует устройства выемки глубиной до 11 м, а также насыпи доходят до 14 м (рис. 8).



Рис. 7. Участок третьей «проблемной» зоны

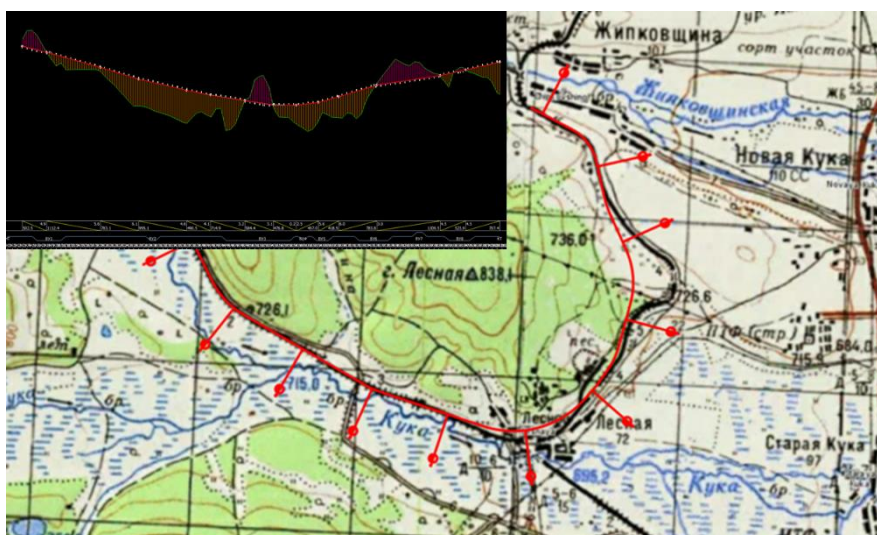


Рис. 8. Реконструкция третьей «проблемной» зоны

Кроме того, необходима реконструкция и удлинение приемоотправочных путей на станциях для обеспечения возможности приема и отправления поездов длиной до 1 853 м, а также усиление земляного полотна и искусственных сооружений для повышения их несущей способности.

Заключение

Проведенное исследование позволило комплексно оценить техническое состояние участка Забайкальской железной дороги и разработать мероприятия по его реконструкции для обеспечения пропуска поездов повышенной массы и длины.

Анализ динамики грузооборота и грузонапряженности на Забайкальской железной дороге показал устойчивую тенденцию к росту объемов перевозок, что в условиях ограниченных возможностей по увеличению числа пар поездов делает задачу повышения их массы и длины особенно актуальной.

Реализация предложенных мероприятий по удлинению приемоотправочных путей, спрямлению трассы, увеличению радиусов кривых, понижению уклонов, усилению земляного полотна и искусственных сооружений позволит создать условия для пропуска поездов массой до 12 000 т и длиной до 1 853 м.

Повышение массы и длины поездов обеспечит значительный рост провозной способности Забайкальской железной дороги, снижение эксплуатационных расходов и улучшение экономических показателей перевозочного процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Переладов А.А., Царева В.В., Сторожев И.И. Организация движения поездов повышенной массы и длины на железнодорожном направлении // Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки : материалы XXXIII Международной научно-практической конференции. Bengaluru, 2023. С. 176–181.
2. Семёнкин А.Л. Организация пропуска поездов повышенной массы и повышенной длины на полигоне Дальневосточной железной дороги // Вопросы современных научных исследований : материалы Международной научно-практической конференции. Кишинев, 2018. С. 34–43.
3. Михайленко А.Н. Особенности организации тяжеловесного движения поездов // 82-я студенческая научно-практическая конференция РГУПС : сборник трудов конференции. Воронеж, 2023. Т. 2. С. 59–62.
4. Сдвоенные тяжеловесные. По Восточному полигону успешно проследовали десятки поездов массой 14 200 тонн // Гудок : сайт. URL : <https://gudok.ru/news/?ID=1615456> (дата обращения: 13.05.2025).
5. Козлова А.С., Линейцев В.Ю., Кирпичников К.А. Анализ вариантов реконструктивных мероприятий участков Забайкальской железной дороги // Образование – наука – производство : материалы VIII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. Чита, 2024. Т. 1. С. 202–214.
6. Качесова О.Ю., Кирпичников К.А. Спрямление трассы Забайкальской железной дороги - как эффективная мера по увеличению ее мощности // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : материалы IX Международной научно-практической конференции. Иркутск, 2018. Т. 1. С. 521–524.
7. Козлова А.С., Кирпичников К.А. Оценка состояния существующих искусственных сооружений для организации тяжеловесного движения на Забайкальской железной дороге // Образование – наука – производство : материалы VIII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. Чита, 2024. Т. 1. С. 184–192.
8. Об утверждении правил тяговых расчетов для поездной работы : распоряжение ОАО «РЖД» от 12.05.2016 № 867р (ред. 26.12.2024). Доступ из справ.-правовой системы АСПИЖТ в локал. сети.
9. Благоразумов И.В., Ворончихин К.Ю., Кирпичников К.А. Тяговые расчеты при проектировании железных дорог. Чита: ЗаБИЖТ, 2018. 65 с.
10. Иванов С.В., Линейцев В.Ю. Выполнение тяговых расчетов в различных компьютерных программах // Безопасность транспорта и сложных технических систем глазами молодежи : Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Иркутск, 2018. С. 261–264.
11. Линейцев В.Ю. САПР-технологии при проектировании параметров пути // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : материалы VII Международной научно-практической конференции. Иркутск, 2016. Т. 1. С. 477–482.
12. Козлова А.С., Линейцев В.Ю. Применение геоинформационных систем для навигации по линейным объектам // Молодая наука Сибири. 2024. № 2 (24). С. 6–17.
13. Изыскания и проектирование железных дорог. Т.1 / А.В. Горинов, И.И. Кантор, А.П. Кондратченко и др. М.: Транспорт, 1979. 319 с.
14. Кирпичников К.А., Непомнящих Е.В. Проектирование организации строительства новой железнодорожной линии. Чита: ЗаБИЖТ, 2012. 91 с.
15. Ворончихин К.Ю. Проектирование новой железнодорожной линии. Чита: ЗаБИЖТ, 2012. 56 с.

REFERENCES

1. Pereladov A.A., Tsareva V.V., Storozhev I.I. Organizatsiya dvizheniya poezdov povyshennoi massy i dliny na zheleznodorozhnom napravlenii [Organization of movement of trains of increased weight and length in the railway direction]. *Materialy XXXIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Fundamental'naya nauka i tekhnologii – perspektivnye razrabotki»* [Proceedings of the XXXIII International Scientific and Practical Conference «Fundamental science and technology – promising developments»]. Bengaluru, 2023, pp. 176–181.
2. Semenkin A.L. Organizatsiya propuska poezdov povyshennoi massy i povyshennoi dliny na poligone Dal'nevostochnoi zheleznoi dorogi [Organization of passage of trains of increased mass and increased length at the polygon of the Far Eastern Railway]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Voprosy sovremennykh nauchnykh issledovaniy»* [Proceedings of the International scientific and practical conference «Issues of modern scientific researches»]. Chisinau, 2018, pp. 34–43.
3. Mikhailenko A.N. Osobennosti organizatsii tyazhelovesnogo dvizheniya poezdov [Features of the organization of heavy train traffic]. *82-ya studencheskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya RGUPS* [Proceedings of the 82nd student scientific and practical conference of the Rostov State Transport University]. Voronezh, 2023. Vol. 2, pp. 59–62.
4. Sdvoennye tyazhelovesnye. Po Vostochnomu poligonu uspešno prosledovali desyatki poezdov massoi 14 200 tonn (elektronnyi resurs) [Double heavyweights. Dozens of trains weighing 14 200 tons successfully passed through the Eastern training polygon (electronic resource)]. Available at: <https://gudok.ru/news/?ID=1615456> (Accessed May 13, 2025).
5. Kozlova A.S., Lineitsev V.Yu., Kirpichnikov K.A. Analiz variantov rekonstruktivnykh meropriyatiy uchastkov Zabaikal'skoi zheleznoi dorogi [Analysis of options for reconstructive measures of sections of the Trans-Baikal railway]. *Materialy VIII Vserossiiskoi (s mezhdunarodnym uchastiem) nauchno-prakticheskoi konferentsii «Obrazovanie – nauka – proizvodstvo»* [Proceedings of the VIII All-Russian (with international participation) scientific and practical conference «Education – Science – Production»]. Chita, 2024, Vol. 1, pp. 202–214.
6. Kachesova O.Yu., Kirpichnikov K.A. Spryamlenie trassy Zabaikal'skoi zheleznoi dorogi – kak effektivnaya mera po uvelicheniyu ee moshchnosti [Straightening the route of the Trans-Baikal Railway as an effective measure to increase its capacity]. *Materialy IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona»* [Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference «Transport infrastructure of the Siberian region»]. Irkutsk, 2018, Vol. 1, pp. 521–524.
7. Kozlova A.S., Kirpichnikov K.A. Otsenka sostoyaniya sushchestvuyushchikh iskusstvennykh sooruzhenii dlya organizatsii tyazhelovesnogo dvizheniya na Zabaikal'skoi zheleznoi doroge [Assessment of the state of existing artificial structures for the organization of heavy traffic on the Trans-Baikal railway]. *Materialy VIII Vserossiiskoi (s mezhdunarodnym uchastiem) nauchno-prakticheskoi konferentsii «Obrazovanie – nauka – proizvodstvo»* [Proceedings of the VIII All-Russian (with international participation) Scientific and Practical Conference «Education – Science – Production»]. Chita, 2024, Vol. 1, pp. 184–192.
8. Rasporiyazhenie OAO «RZhD» ot 12.05.2016 № 867r «Ob utverzhdenii pravil tyagovykh raschetov dlya poezdnoi raboty» (red. 26.12.2024) [Order of the JSC «Russian Railways» dated May 12, 2016 No 867r «On approval of the rules of traction calculations for train operation» (ed. December 26, 2024)].
9. Blagorazumov I.V., Voronchikhin K.Yu., Kirpichnikov K.A. Tyagovye raschety pri proektirovanii zheleznykh dorog [Traction calculations in railway design]. Chita: ZabIZhT Publ., 2018. 65 p.
10. Ivanov S.V., Lineitsev V.Yu. Vypolnenie tyagovykh raschetov v razlichnykh komp'yuternykh programmakh [Performing traction calculations in various computer programs]. *Materialy Vserossiiskoi molodezhnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Bezopasnost' transporta i slozhnykh tekhnicheskikh sistem glazami molodezhi»* [Proceedings of the All-Russian Youth Scientific and Practical Conference «Safety of transport and complex technical systems through the eyes of youth»]. Irkutsk, 2018, pp. 261–264.

11. Lineitsev V.Yu. SAPR-tehnologii pri proektirovanii parametrov puti [CAD technologies in the design of track parameters]. *Materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona»* [Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference «Transport infrastructure of the Siberian region»]. Irkutsk, 2016, Vol. 1, pp. 477–482.

12. Kozlova A.S., Lineitsev V.Yu. Primenenie geoinformatsionnykh sistem dlya navigatsii po lineinym ob'ektam [Application of geoinformation systems for navigation on linear objects]. *Molodaya nauka Sibiri* [Young Science of Siberia], 2024, no 2 (24), pp. 6–17.

13. Gorinov A.V., Kantor I.I., Kondratchenko A.P., Turbin I.V. Izyskaniya i proektirovanie zheleznikh dorog. T.1 [Railway surveys and design. Vol. 1]. Moscow: Transport Publ., 1979. 319 p.

14. Kirpichnikov K.A., Nepomnyashchikh E.V. Proektirovanie organizatsii stroitel'stva novoi zheleznodorozhnoi linii [Designing the organization of the construction of a new railway line]. Chita: ZabIZhT Publ., 2012. 91 p.

15. Voronchikhin K.Yu. Proektirovanie novoi zheleznodorozhnoi linii [Designing a new railway line]. Chita: ZabIZhT Publ., 2012. 56 p.

Информация об авторах

Козлова Анна Сергеевна – студентка кафедры «Строительство железных дорог», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: annakoz02@mail.ru.

Кирпичников Константин Александрович – к. т. н., доцент, заведующий кафедрой «Строительство железных дорог», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: kir_kost@mail.ru.

Information about the authors

Kozlova Anna Sergeevna – Student of the Department of Building of Railways, Trans-Baikal Institute of Railway Transport, Chita, e-mail: annakoz02@mail.ru.

Kirpichnikov Konstantin Alexandrovich – Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Head of the Department of Building of Railways, Trans-Baikal Institute of Railway Transport, Chita, e-mail: kir_kost@mail.ru.