

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Оригинальная статья

УДК 625.11

EDN: <https://elibrary.ru/qaajpo>

Научная специальность: 2.9.2 Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог



О подходах к обоснованию целесообразности изменения геометрии трассы со сложным планом железнодорожных линий

М. И. Мехедов¹, В. А. Антонец², В. А. Устинов¹✉, В. Г. Федулин¹

¹Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), Москва, Российская Федерация

²Забайкальская железная дорога — филиал ОАО «РЖД», Чита, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. Рассмотрены проблемы обеспечения надежной работы верхнего строения железнодорожного пути в кривых малого радиуса на примере наиболее грузонапряженных участков Транссибирской магистрали. Основной целью является разработка методики проведения сравнительного анализа участков, находящихся в разных условиях эксплуатации по критериям плана железнодорожной линии и длины участка. Это позволит оценивать целесообразность изменения плана железнодорожной линии криволинейных участков. В исследовании были использованы: показатели выхода острodefектных рельсов, наличие ограничений скорости 15 и 25 км/ч, затраты времени на ремонт и текущее содержание пути за период эксплуатации от последнего капитального ремонта железнодорожного пути.

Материалы и методы. Предложена методика сравнительного анализа участков по показателям изъятия из эксплуатации острodefектных рельсов, выдачи ограничений скорости, а также фактического предоставления «окон» для ремонта и текущего содержания путевой инфраструктуры на участках с различными условиями эксплуатации за истекший период жизненного цикла железнодорожного пути. Выбор участка-аналога для сравнения осуществлен по выбранным автором критериям. Исходные данные для исследования получены из автоматизированных информационных систем ОАО «РЖД».

Результаты. Установлена зависимость факторов, негативно влияющих на эксплуатационную работу участка железнодорожной линии от параметров плана железнодорожного пути. Полученные данные сравнительного анализа показали, что на участке, рассматриваемом для изменения плана железнодорожной линии, отмечено значительное превышение объемов работ по ремонту и текущему содержанию пути, выхода острodefектных рельсов и наличия лимитирующих ограничений скорости по сравнению с участком, аналогичным выбранному варианту проекта спрямления.

Обсуждение и заключение. Результаты исследования могут быть рекомендованы к использованию в качестве одного из разделов технико-экономического обоснования целесообразности изменения геометрии трассы участков с неблагоприятными эксплуатационными условиями, связанными с параметрами плана железнодорожной линии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: грузонапряженность, пропущенный тоннаж, кривые участки пути, ограничения скорости движения поездов, дефекты рельсов, план железнодорожной линии

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Мехедов М. И., Антонец В. А., Устинов В. А., Федулин В. Г. О подходах к обоснованию целесообразности изменения геометрии трассы со сложным планом железнодорожных линий // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2025. Т. 84, № 1. С. 60–71.

Original article

UDK 625.11

EDN: <https://elibrary.ru/qaajpo>

Scientific specialty: 2.9.2. Railway track, survey and design of railways



Approaches to substantiating the expediency of changing routing geometry with a complex plan of railway lines

Mikhail I. Mekhedov¹, Vladimir A. Antonets²,
Vladimir A. Ustinov¹✉, Vyacheslav G. Fedulin¹

¹Railway Research Institute,
Moscow, Russian Federation

²TransBaikal Railway,
Chita, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The subject of the study is the problems of ensuring reliable operation of the railway track superstructure in small radius curves on the example of the most heavy-traffic sections of the Trans-Siberian railroad. The main purpose is to create a comparative analysis methodology of sections under different operating conditions according to the criteria of railroad line layout and section length, which would enable to assess the feasibility of changing the layout of the railway line of curved sections. The parameters of the study include indices of a critical faulty rails output, presence of speed limits of 15 and 25 km/h, actual time expenditures for repair and current maintenance of the track for the period of operation after the last major repair.

Materials and methods. The author employed results of the analysis of actual indicators of withdrawal of critical faulty rails from operation, issuance of speed limits, actual provision of break for repair and current maintenance of railway track on sections with different operating conditions for the elapsed period of the life cycle. The source data for the study were obtained from the automated systems of JSC "Russian Railways".

Results. The conducted research established dependence of the factors negatively influencing the operational work of the railway line section on the parameters of its layout. The obtained data of the comparative analysis showed a significant excess of the volume of works on repair and current track maintenance, the output of critical faulty rails and the presence of limiting speed restrictions on the section considered for changing the alignment in comparison with the section similar to the selected variant of the straightening project.

Discussion and conclusion. The results of the study could be recommended for use as one of the sections of the feasibility study of the expediency of changing in the track sections routing geometry with unfavorable operating conditions related to the parameters of the layout of the railway line.

KEYWORDS: traffic density, passed tonnage, curved track, train speed restrictions, rail defects, layout of the railway line

FOR CITATION: Mekhedov M. I., Antonets V. A., Ustinov V. A., Fedulin V. G. Approaches to substantiating the expediency of changing routing geometry with a complex plan of railway lines. *Russian Railway Science Journal*. 2025;84(1):60–71. (In Russ.).

Введение. Техническое содержание сети железных дорог России требует больших экономических затрат, связанных с поддержанием надежности объектов инфраструктуры и обеспечением безопасности перевозочного процесса¹. Надежностью железнодорожного пути является его способность обеспечивать в заданных условиях эксплуатации, текущего содержания и ремонтов² бесперебойный пропуск поездов с установленной скоростью движения.

В настоящее время в условиях тенденции российской логистики — перенаправления основных грузопотоков с запада на восток — общий грузооборот железнодорожного транспорта сохранил положительную динамику. При этом значительно возросла нагрузка на путевую инфраструктуру Восточного полигона, который включает в себя участки Транссибирской железнодорожной магистрали в границах обслуживания четырех железных дорог (Красноярская, Восточно-Сибирская, Забайкальская и Дальневосточная) и участки Байкало-Амурской магистрали в границах Восточно-Сибирской и Дальневосточной железных дорог.

Наиболее сложной в организации эксплуатационной работы является Забайкальская железная дорога, что обусловлено рядом особенностей технического, технологического, природного и демографического характера, в том числе сложным планом железнодорожного пути (более 45 % протяженности главного пути составляют кривые участки, из которых более половины (58 %) — кривые радиусом 650 м и менее).

Часть особенностей Забайкальской железной дороги имеет исторические корни. Предварительные и подробные изыскания трассы будущей железной дороги проводились еще в 80–90 годах XIX вв., а непосредственно сооружение железной дороги в Забайкалье началось в 1895 г. Наиболее подробно особенности изыскательских и проектных работ для Транссибирской магистрали в конце XIX и начале XX вв. изложены в [1, 2].

План железнодорожной линии до настоящего времени сохранился практически без изменений, чем и обусловлено наличие в границах дороги значительного количества прижимов, скальных выемок, кривых малого радиуса, подъемов и спусков. При существующих на сегодняшний день весовых нормах и скоростях движения грузовых поездов, а также по причине возрастающих осевых нагрузок данные особенности железнодорожной линии снижают эффективность и уровень безопасности эксплуатации путевой инфраструктуры.

Рассмотрены условия эксплуатации железнодорожного пути на участке Станция А — Станция В с протяженностью кривых около 80 % при среднесетевом параметре 32,5 % и преобладанием кривых малого радиуса (<350 м). Данные участки наиболее подвержены сверхинтенсивному износу рельсов и росту количества отступлений от норм содержания железнодорожного пути, что ведет к значительному росту эксплуатационных расходов и снижает пропускную способность всего направления.

На участке четного пути Станция А — Станция В протяженностью около 43 км только за период 7 лет от последнего капитального ремонта в общей сложности сменено порядка 125 км рельсовых нитей. Это значительно превышает все установленные нормативы. Кардинальное решение проблем эксплуатации данного участка возможно за счет спрямления плана линии и ликвидации кривых малого радиуса.

Целью работы является разработка методики проведения сравнительного анализа участков, находящихся в разных условиях эксплуатации по критериям плана железнодорожной линии и длины участка.

Специалистами РУТ (МИИТ) и проектного института «Гипротранспуть» — филиала АО «Росжелдор-проект» совместно было рассмотрено несколько вариантов типовых проектных решений спрямления железнодорожного пути на подобных участках. По результатам анализа технико-экономических показателей предварительно был выбран один из вариантов, при котором длина трассы сокращалась на 16 км или на 38 %. Кривые радиусом менее 1000 м в данном варианте отсутствуют, а также ликвидируются все дефектные искусственные сооружения (далее — вариант проектных решений № 1). Расчеты экономической эффективности реализации этого варианта проектного решения по реконструкции железнодорожного пути на участке Станция А — Станция В показали его коммерческую эффективность для ОАО «РЖД» [3].

Вариант новой трассы на участке Станция А — Станция В представлен на рис. 1.

Кроме того, различные варианты возможной реконструкции трассы на сложных участках железных дорог Восточного полигона рассмотрены в ряде работ ученых ДВГУПС, РУТ (МИИТ), ИрГУПС, в том числе исследован вариант ликвидации кривых малого радиуса на перегоне Станция А — Станция В. Предварительные результаты исследований подтверждают технико-экономическую эффективность спрямления трассы на таком участке [4–10].

¹ Методические рекомендации по комплексному управлению надежностью, безопасностью, ресурсами на основе оценки рисков на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс]: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 6 декабря 2016 г. № 2468р. Доступ из АСПИЖТ.

² Глоссарий железнодорожных терминов и определений [Электронный ресурс]: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 25 октября 2023 г. № 2663/р. Доступ из АСПИЖТ.

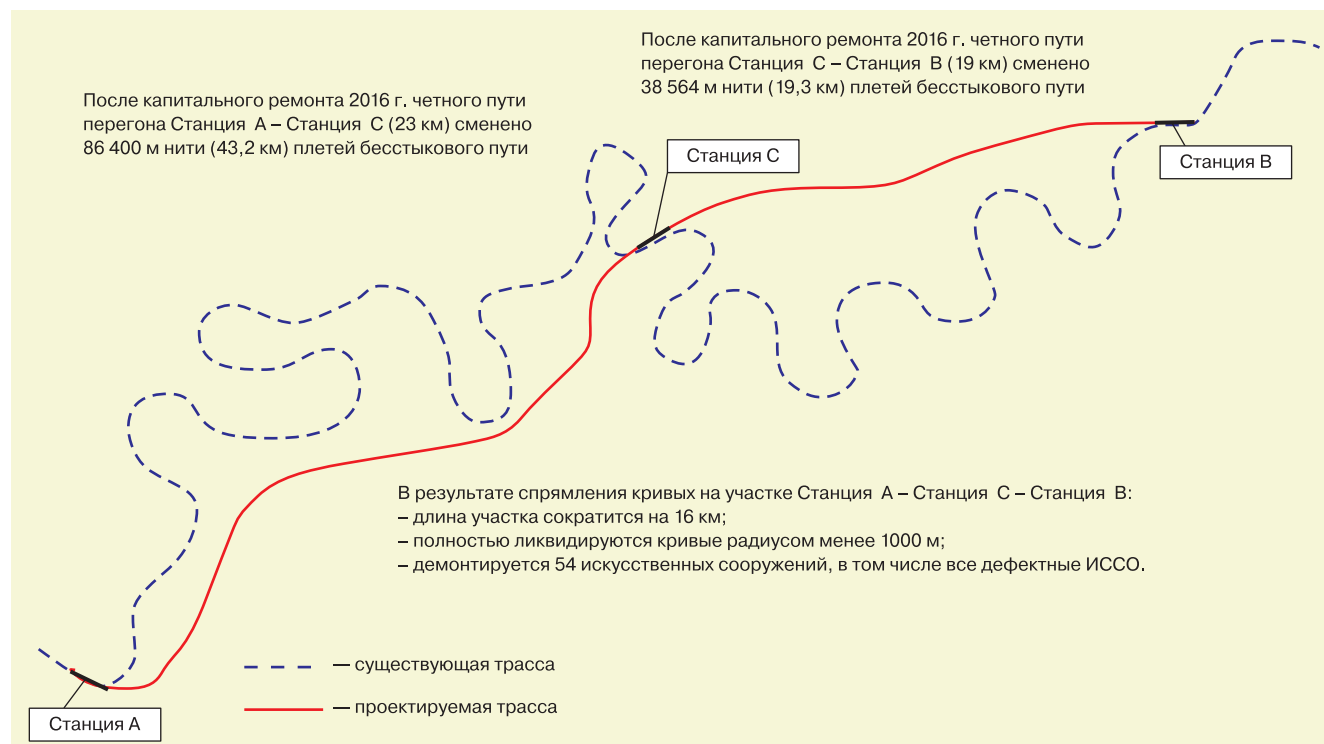


Рис. 1. Вариант новой трассы на участке Станция А — Станция В*

* Источник: рисунок авторов

Fig. 1. Option for a new route on the Railway station A — Railway station B section*

* Source: author's data

По ряду объективных причин данный проект не получил дальнейшего развития, но в условиях возрастающих объемов перевозок и дефицита пропускных способностей Восточного полигона руководством ОАО «РЖД» принято решение вернуться к рассмотрению данного вопроса с разработкой технико-экономического обоснования (далее — ТЭО) для текущих условий эксплуатации.

В дополнение к Требованиям³, регламентирующим состав и содержание обосновывающих материалов по инвестиционным проектам ОАО «РЖД» при разработке ТЭО, предложено выполнить сравнительный анализ существующего участка Станция А — Станция В и участка, аналогичного по параметрам спрямления выбранному варианту проектных решений № 1. Предлагаемый участок-аналог Станция Х — Станция У имеет те же эксплуатационные характеристики, что и исследуемый участок, при этом протяженность кривых на 30 % меньше и отсутствуют кривые малого радиуса.

Материалы и методы. Предлагаемая методика сравнительного анализа участков с различными условиями

эксплуатации основана на оценке их технического состояния и результатах анализа показателей изъятия из эксплуатации острodefектных рельсов, выдачи ограничений скорости движения поездов, а также нормативных и фактических затрат времени для ремонта и текущего содержания устройств инфраструктуры на различных этапах жизненного цикла с последующей экономической оценкой полученных результатов исследования (находится в стадии разработки).

Основными критериями выбора участка-аналога являются:

- длина участка (должна максимально соответствовать длине проектного участка);
- параметры плана линии (процент протяженности кривых участков, минимальная и максимальная величина радиусов кривых);
- тип верхнего строения железнодорожного пути;
- год и вид последнего капитального ремонта пути;
- грузонапряженность в четном и нечетном направлениях;
- пропущенный тоннаж по состоянию на 1 января 2024 г.

³ Требования к составу и содержанию обосновывающих материалов по инвестиционным проектам ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 26 июня 2023 г. № 1597/р (в ред. распоряжения ОАО «РЖД» от 17.06.2024 № 1444/р). Доступ из АСПИЖТ.

Основные технические и эксплуатационные характеристики анализируемых участков должны максимально соответствовать в четном направлении, как наиболее грузонапряженном.

Выбор участка-аналога производился на основании анализа данных соответствующего технического паспорта дистанции пути и дистанции инженерных сооружений формы АГУ-4, отражающего количественную и качественную характеристику основных элементов путевого хозяйства, основных характеристик верхнего и нижнего строения железнодорожного пути и т.д.

В результате аналитической работы с базой паспортных данных и эксплуатационных характеристик различных участков в границах главного хода железной дороги наиболее подходящим в качестве участка-аналога принят перегон Станция X — Станция Y.

Основные технические характеристики проектного участка и участка-аналога приведены в табл. 1.

Основные эксплуатационные характеристики существующего участка Станция А — Станция В и участка-аналога приведены в табл. 2.

В четном направлении выбранный для сравнения участок-аналог наиболее полно соответствует техническим и эксплуатационным параметрам как существующему участку Станция А — Станция В, так и варианту проектных решений № 1. В нечетном направлении имеется отличие по конструкции пути (звеньевой путь и бесстыковой путь) и по сроку эксплуатации (28 лет/7 лет) участка-аналога от существующего участка, при этом выводы о корректности сравнения участков в нечетном направлении будут сделаны по результатам выполненных исследований.

В данной работе будет представлен сравнительный анализ участков в наиболее грузонапряженном четном направлении.

Таблица 1

Основные технические характеристики проектного участка и участка-аналога

Table 1

Main technical characteristics of design site and equivalent site

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Проектный участок Станция А — Станция В	Участок-аналог Станция X — Станция Y
1	Длина	км	25,0	24,0
2	Протяженность прямых	км/%	14,0/58,0	14,1/59,0
3	Протяженность кривых всего	км/%	11,0/43,0*	10,0/41,0
4	В том числе по радиусам:			
	R 2500 м и более	км/%	0,6/2,6	0,8/3,4
	R от 2000 м до 2500 м	км/%	4,0/16,7	2,9/11,9
	R от 1000 м до 2000 м	км/%	6,0/25,1	3,6/14,7
	R от 650 м до 1000 м	км/%	0	1,6/6,5
	R менее 650 м	км/%	0	1,2/5,2*
5	Тип верхнего строения пути, четн./неч.		бесстыковой путь	бесстыковой путь/звеньевой путь**
6	Рельсы, четн./неч.		Р65, категории ДТ	Р65, категории ДТ/ Р65, закаленные 3; Т1
7	Шпалы, четн./неч.		железобетонные	железобетонные/деревянные
8	Промежуточные скрепления, четн./неч.		ЖБР-65	ЖБР-65/ДО
9	Балласт		щебеночный	щебеночный

* без учета кривых радиусом более 2500 м общий процент кривых составляет 41,7 %;

** минимальный радиус кривой — 560 м, длина — 65 м

Источник: таблица сформирована авторами на основании эксплуатационных характеристик и данных технического паспорта рассматриваемых участков железнодорожного пути из Единой корпоративной автоматизированной системы управления инфраструктурой ОАО «РЖД» (ЕК АСУИ)

Source: formed by the authors based on the operational characteristics and data from the technical passport of the railway sections under consideration from the Unified corporate automated infrastructure management system of JSC Russian Railways (UC AIMS)

Таблица 2

Основные эксплуатационные характеристики существующего участка и участка-аналога по состоянию на 1 января 2024 г.

Table 2

Key operational characteristics of existing site and equivalent site as of January 1, 2024

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Существующий участок Станция А — Станция С — Станция В*	Участок-аналог Станция Х — Станция Y*
1	Грузонапряженность	млн ткм бр. на км	145,0/61,0	174,0/71,0
2	Год последнего капитального ремонта		2016/2016–2017	2017/1996
3	Год и вид последнего промежуточного ремонта (П, С, РП, РС)		9,5 км РП в 2022 г./не проводился	не проводился/в 2008 г. средний ремонт
4	Нормативная наработка	млн т бр.	1400/1400	1400/600
5	Пропущенный тоннаж	млн т бр.	940–1020/360–410	1020/1130
6	Наибольшая допускаемая скорость грузовых поездов	км/ч	60–65/60	80/80
7	Средняя техническая скорость грузовых поездов	км/ч	39/38	41/45
8	Количество поездов в сутки (гр.; пасс.; приг.)	шт.	75; 4; 2/ 68; 4; 2	90; 6; 0/83; 6; 0

* числитель — четное направление, знаменатель — нечетное направление

Источник: таблица сформирована авторами на основании данных ЕК АСУИ

Source: the table was formed by the authors based on the operational characteristics and data from the technical passport of the railway sections under consideration from the Unified corporate automated infrastructure management system of JSC Russian Railways (UC AIMS)

Сравнительный анализ выполненных объемов работ по ремонту и текущему содержанию железнодорожного пути. Началом анализируемого периода является дата окончания последнего капитального ремонта пути, концом — 31 декабря 2023 г. включительно. При проведении анализа выполненных объемов работ по ремонту и текущему содержанию железнодорожного пути, требующих предоставления существенных перерывов в графике движения поездов, сравнивался существующий участок железнодорожного пути Станция А — Станция В (за период с 2017 по 2023 гг. включительно) с участком-аналогом Станция Х — Станция Y (за период с 2018 по 2023 гг. включительно). Рассматривалось фактическое выполнение работ, предусмотренных действующей ремонтной схемой (В, С, П, РС)⁴, сплошная смена рельсов новыми, профильное шлифование рельсов в пути, а также выполнение работ по текущему содержанию пути. Объемы по ремонту пути учитывались в физических единицах и по времени (в часах), затраченному на их выполнение. Работы по текущему содержанию пути учитывались только в часах, затраченных на их выполнение.

Источником данных для выполнения исследования послужили отчетные формы Единой корпоративной автоматизированной системы управления инфраструктурой ОАО «РЖД» (ЕК АСУИ) (объемы ремонта по видам работ за исследуемый период), Автоматизированной системы анализа планирования и выполнения «окон» (АС АПВО) «Сетевая отчетность» (фактическая продолжительность «окон» для ремонта и текущего содержания железнодорожного пути на рассматриваемых участках за исследуемый период, средняя выработка в один час «окна» для основных видов ремонта за фактический период жизненного цикла).

На рис. 2 представлены данные о фактически выполненных объемах по ремонту железнодорожного пути на рассматриваемых участках за период от последнего капитального ремонта.

На рис. 3 представлены данные о фактических затратах времени для выполнения ремонта и текущего содержания железнодорожного пути на рассматриваемых участках по годам за период эксплуатации с 2017 по 2023 гг. включительно.

⁴ В — планово-предупредительная выправка; С — средний ремонт; П — подъемочный ремонт; РС — сплошная смена рельсов новыми по обеим нитям, сопровождаемая работами в объемах среднего ремонта.

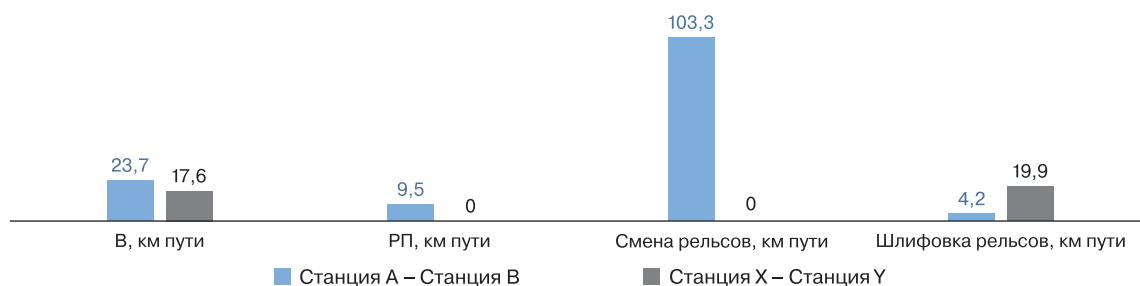


Рис. 2. Фактические объемы ремонта железнодорожного пути на участках Станция А — Станция В и Станция X — Станция Y за период с 2017 по 2023 гг. включительно*

* Источник: рисунок разработан авторами на основании данных ЕК АСУИ

Fig. 2. Actual track repair volumes on Railway station A — Railway station B and Railway station X — Railway station Y sections from 2017 to 2023 inclusive*

* Source: formed by the authors based on data from UC AIMS

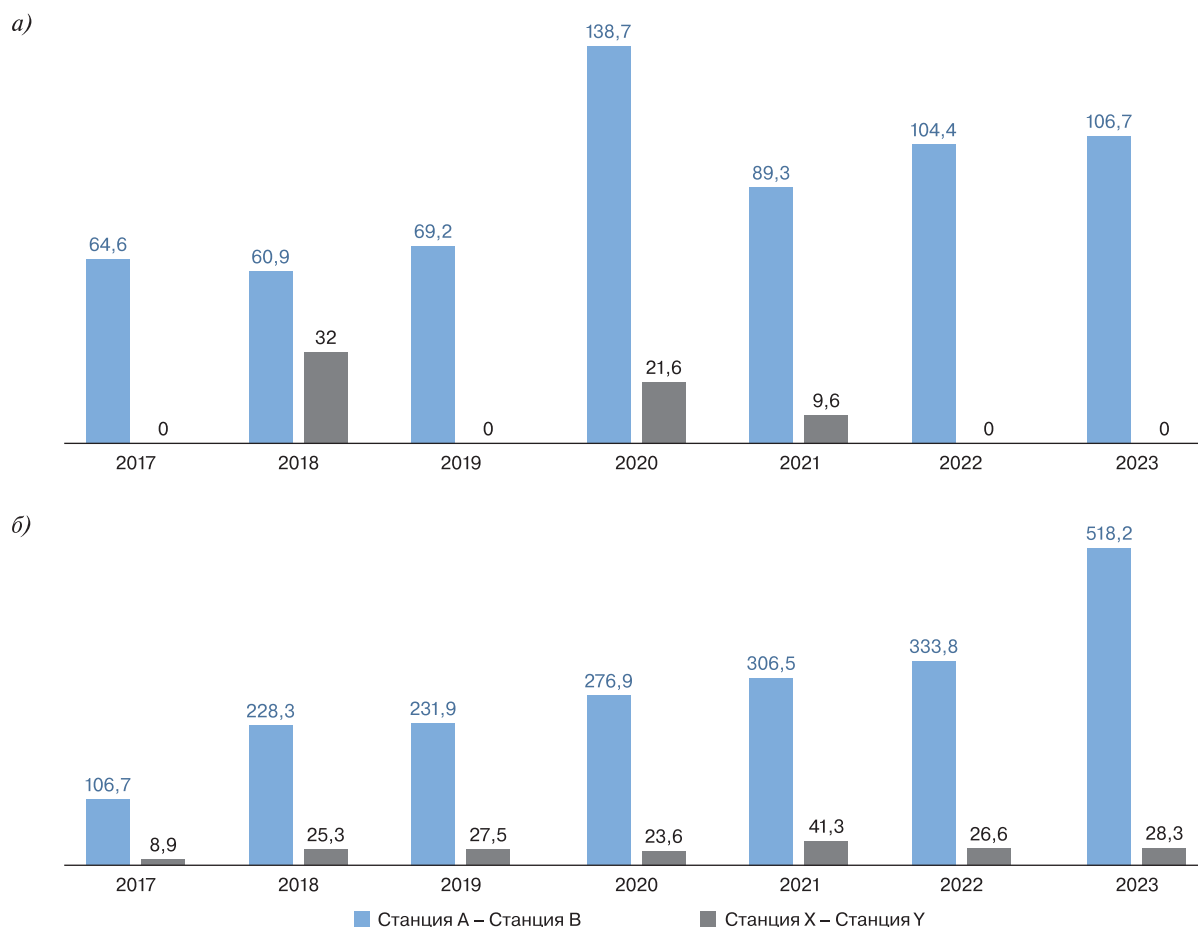


Рис. 3. Фактические затраты времени на участках Станция А — Станция В и Станция X — Станция Y за период с 2017 по 2023 гг. включительно для выполнения*:

а — ремонта железнодорожного пути; б — текущего содержания железнодорожного пути

* Источник: разработан авторами на основании данных автоматизированной системы «Планирование, учет и анализ проведения «окон» и выполнения хозяйственной работы» (АС АПВО-2)

Fig. 3. Actual time expenditure on Railway station A — Railway station B and Railway station X — Railway station Y sections for the period from 2017 to 2023 inclusive to perform*:

а — track repair; б — current track maintenance

* Source: developed by the authors based on data from Planning, accounting and analysis of break scheduling and the performance of labour activities automated system (AS APVO-2)

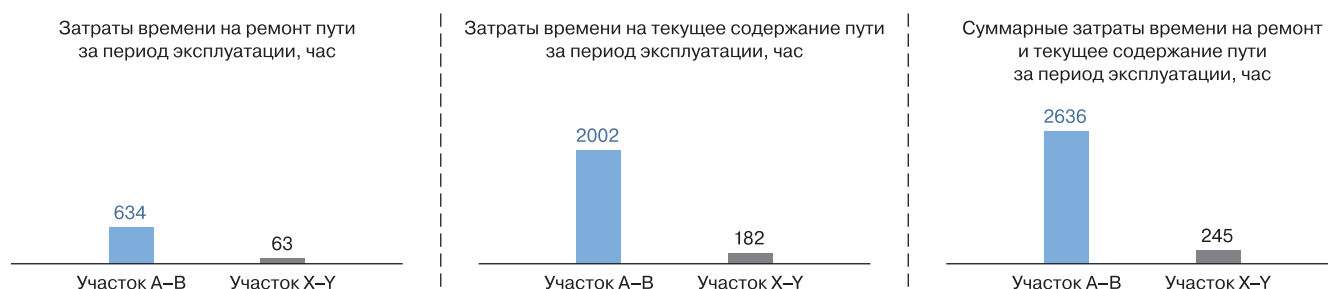


Рис. 4. Фактические суммарные затраты времени для ремонта и текущего содержания железнодорожного пути на участках Станция А — Станция В и Станция Х — Станция У за период с 2017 по 2023 гг. включительно*

* Источник: рисунок разработан авторами на основании данных АС АПВО-2

Fig. 4. Actual total time expenditure on track repair and maintenance on Railway station A — Railway station B and Railway station X — Railway station Y sections for the period from 2017 to 2023 inclusive*

* Source: developed by the authors based on data from Planning, accounting and analysis of break scheduling and the performance of labour activities automated system (AS APVO-2)

На рис. 4 представлены данные о суммарных фактических затратах времени для выполнения ремонта и текущего содержания железнодорожного пути на рассматриваемых участках за период эксплуатации с 2017 по 2023 гг. включительно.

Для производства работ по ремонту и текущему содержанию четного железнодорожного пути сравнимых участков, схожих по эксплуатационным характеристикам, типу и конструкции верхнего строения пути, но кардинально отличающихся параметрами плана линии, суммарные затраты времени за период эксплуатации после последнего капитального ремонта на участке-аналоге (максимально схожем по техническим характеристикам с проектным участком) в 10,5 раз меньше, чем на существующем участке.

Сравнительный анализ изъятия из эксплуатации острodefектных рельсов за период эксплуатации на рассматриваемых участках. Одним из основных критериев назначения капитального ремонта железнодорожного пути I класса категории «О» (особогрузонапряженный — свыше 80 млн т км брутто на км в год) является одиночный выход 4 шт/км и более дефектных (далее — ДР) и острodefектных рельсов (далее — ОДР) в среднем на участке ремонта за срок службы⁵.

В данном разделе проведен краткий анализ выхода острodefектных рельсов на существующем участке и участке-аналоге за период с 2017 г. по 2023 г. включительно в четном направлении. Сведения о выходе ОДР получены на основании отчетных данных центра диагностики и мониторинга инфраструктуры.

Всего за период эксплуатации на существующем участке Станция А — Станция В было изъято 764 ОДР по 25 кодам дефектов согласно принятой классификации⁶, из которых 54,5 % — это рельсы, изъятые по коду дефекта 53.1 «Трещины в шейке от болтовых отверстий в рельсе из-за повышенного динамического воздействия в стыках». В то же время при схожей наработке тоннажа на участке-аналоге было изъято всего 4 ОДР.

На рис. 5 представлены данные по выходу ОДР на участке Станция А — Станция В за период эксплуатации с 2017 по 2023 гг. включительно с детализацией в зависимости от параметров плана линии в количественном и процентном соотношении.

Выход ОДР за период эксплуатации в четном направлении на существующем участке Станция А — Станция В почти в 200 раз превышает выход ОДР на участке-аналоге Станция Х — Станция У при практически одинаковых условиях эксплуатации, технических характеристиках участков и конструкции верхнего строения пути.

Из всех изъятых на существующем участке ОДР 78 % располагались в кривых радиусом 650 м и менее, из которых 49,8 % — в кривых радиусом 350 м и менее. При этом 65,3 % ОДР выявлено и изъято по внутренней нити кривой, что говорит о возможном несоответствии возвышения наружного рельса фактически реализуемым скоростям движения поездов на данном участке. Данное несоответствие может быть связано с большим количеством ограничений скорости, не предусмотренных нормативным графиком движения поездов, а именно ограничений скорости 15 и 25 км/ч.

⁵ Правила назначения ремонтов железнодорожного пути [Электронный ресурс]: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 17 декабря 2021 г. № 2888/р (в редакции распоряжения ОАО «РЖД» от 27 декабря 2024 г. № 3347/р). Доступ из АСПИЖТ.

⁶ Инструкция «Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и острodefектных рельсов» [Электронный ресурс]: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 23 октября 2014 г. № 2499р (в редакции распоряжения ОАО «РЖД» от 13 ноября 2024 г. № 2804/р). Доступ из АСПИЖТ.

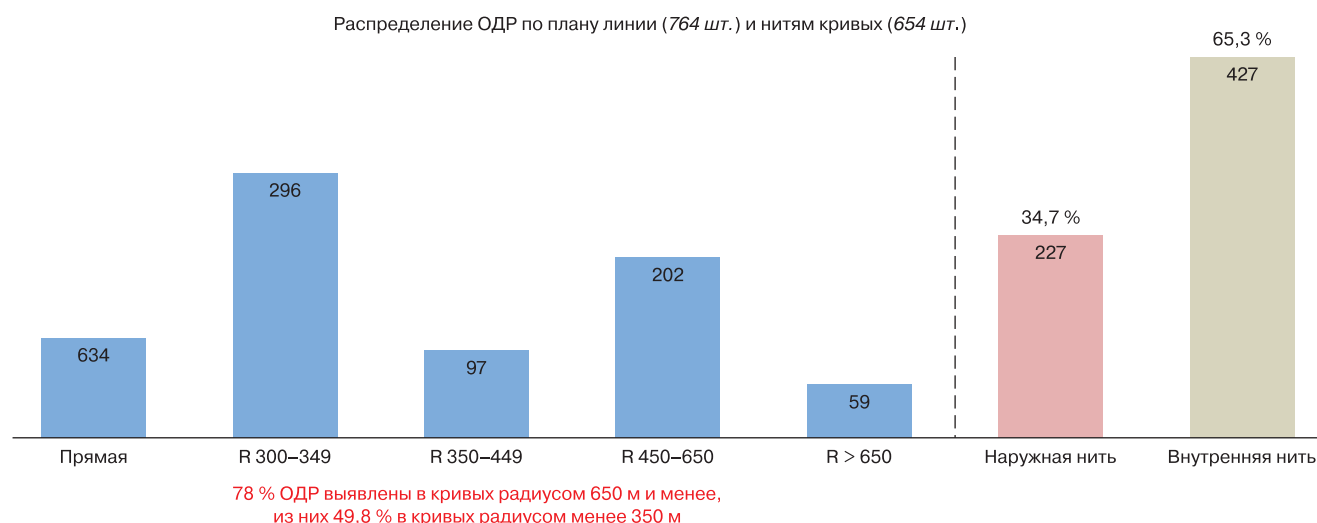


Рис. 5. Распределение выхода остродефектных рельсов в зависимости от плана линии на участках Станция А — Станция В за период с 2017 по 2023 гг. включительно*

* Источник: рисунок разработан авторами на основании данных ЕК АСУИ

Fig. 5. Distribution of critical faulty rails depending on the layout of line at Railway station A — Railway station B sections for the period from 2017 to 2023 inclusive*

* Source: developed by the authors based on data from the Unified corporate automated infrastructure management system of JSC Russian Railways (UC AIMS)

Сравнительный анализ выдачи ограничений скорости 15 и 25 км/ч за период эксплуатации. Одним из основных факторов, негативно влияющих на перевозочный процесс и пропускную способность участка, является выдача ограничений скорости сверх лимита, заложенного в нормативный график движения поездов.

Наиболее негативное влияние оказывают ограничения скорости 15 и 25 км/ч, выдача которых связана с дефектностью основных элементов верхнего строения железнодорожного пути, земляного полотна, искусственных сооружений, а также с наличием отступлений от норм содержания геометрических параметров рельсовой колеи, требующих ограничивать скорость движения поездов с целью обеспечения безопасности.

Сравнительные данные о количестве и продолжительности действия ограничений скорости 15 и 25 км/ч на участках Станция А — Станция В и Станция Х — Станция У в четном направлении за период с 2017 по 2023 гг. приведены в табл. 3.

Суммарная продолжительность действия ограничений скорости 15 и 25 км/ч по годам за период эксплуатации с 2017 г. по 2023 г. включительно на участках Станция А — Станция В и Станция Х — Станция У в четном направлении представлена на рис. 6.

Обсуждение и заключение. Предложенная методика дополнительной оценки целесообразности изменения положения трассы в плане на железнодорожных участках со сложными условиями эксплуатации основана на анализе фактических объемов работ по ремонту и текущему содержанию пути, затрат времени

на их выполнение, лимитирующих ограничений скорости и других параметров, влияющих на эксплуатационную работу сравниваемых участков.

Полученные результаты анализа показали, что на участке Станция А — Станция В со сложным планом железнодорожной линии (общая доля кривых участков — 78 %, из которых 81 % составляют кривые радиусом менее 650 м, а из них, в свою очередь 37 % составляют кривые радиусом 350 м и менее) по сравнению с участком Станция Х — Станция У (общая доля кривых участков — 41 %, из которых только 6 % — кривые радиусом менее 650 м, а кривые радиусом 350 м и менее отсутствуют):

- суммарные затраты времени для выполнения работ по ремонту и текущему содержанию железнодорожного пути, требующих предоставления перерывов в графике движения поездов («окон»), выше в 10,7 раза (2636 часов против 245 часов);
- выход ОДР выше в 191 раз (764 шт против 4 шт);
- общая продолжительность действия ограничений скорости 15 км/ч выше более чем в 140 раз (613,8 часов против 4,3 часов);
- общая продолжительность действия ограничений скорости 25 км/ч выше более чем в 40 раз (689,2 часов против 4,3 часов).

Следующим этапом использования полученных результатов является сравнение фактических экономических затрат на участке железной дороги, рассматриваемом для корректировки проектного плана, с аналогом проектного участка, максимально

Таблица 3

Ограничения скорости 15 и 25 км/ч на участках Станция А — Станция В и Станция Х — Станция У в четном направлении за период с 2017 по 2023 гг.*

Table 3

Speed limits of 15 and 25 km/h on Railway station A — Railway station B and Railway station X — Railway station Y sections in up traffic route for the period from 2017 to 2023*

Ограничения скорости 15 км/ч (четное направление), шт/мин										
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Итого шт.	Итого мин.	Итого час.
Станция А — Станция С	34/2543	32/3048	64/5117	75/2618	45/3959	58/5036	5/381	313	22 702	378,4
Станция С — Станция В	23/1499	24/1701	46/3018	32/1486	19/1140	43/4448	12/829	199	14 121	235,4
Станция А — Станция В	57/4042	56/4749	110/8135	107/4104	64/5099	101/9484	17/1210	512	36 823	613,8
Станция Х — Станция У	3/94	0	0	0	0	1/165	0	4	259	4,3
Ограничения скорости 25 км/ч (четное направление), шт/мин										
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Итого шт.	Итого мин.	Итого час.
Станция А — Станция С	41/3203	40/2899	36/2745	30/1229	31/2521	45/5698	47/4118	270	22 413	373,6
Станция С — Станция В	23/1902	23/1840	34/2332	29/906	31/2178	25/2427	74/7348	239	18 993	315,6
Станция А — Станция В	64/5105	63/4739	70/5077	59/2135	62/4699	70/8125	121/11 466	509	41 406	689,2
Станция Х — Станция У	9/567	1/38	2/60	1/52	1/171	0	4/80	18	968	16,1

* Источник: таблица разработана авторами на основании данных подсистемы «Отчетность» автоматизированной системы выдачи и отмены предупреждений (АСУВОП-3) о выдаче ограничений скорости 15 км/ч и 25 км/ч на рассматриваемых участках.

* Source: developed by the authors based on data analysis from the Reporting subsystem of the automated system for issuing and canceling warnings (ASUVOP-3) on issuing speed limits of 15 km/h and 25 km/h in the considered sections

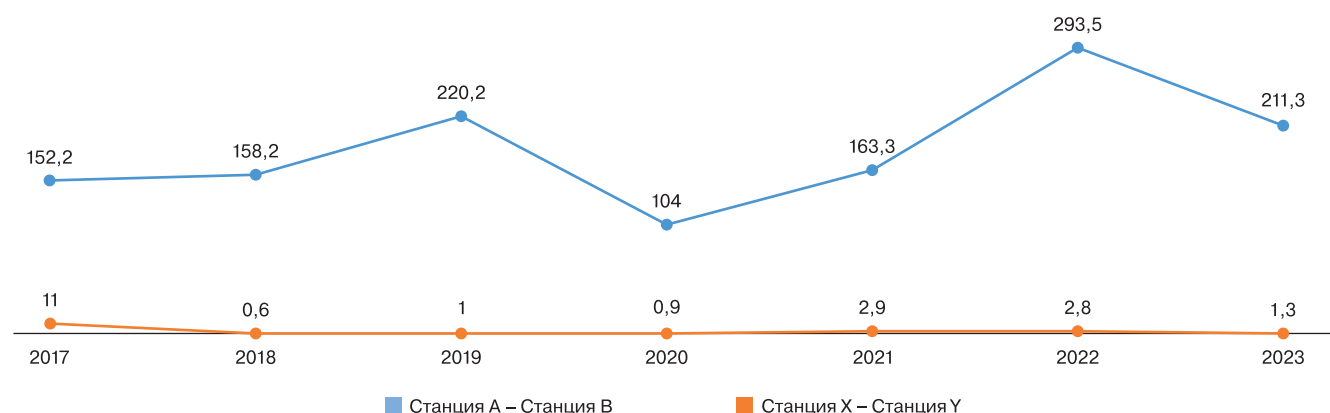


Рис. 6. Суммарная продолжительность ограничений скорости 15 и 25 км/ч на участках Станция А — Станция В и Станция Х — Станция У за период с 2017 г. по 2023 г. включительно*

* Источник: рисунок разработан авторами на основании анализа данных подсистемы «Отчетность» АСУВОП-3

Fig. 6. Cumulative duration of 15 and 25 km/h speed limits on Railway station A — Railway station B and Railway station X — Railway station Y sections for the period from 2017 to 2023 inclusive*

* Source: developed by the authors based on data analysis from the Reporting subsystem of the automated system for issuing and canceling warnings (ASUVOP-3)

соответствующего техническим параметрам проекта и эксплуатационным параметрам существующего участка. Другими словами, это своего рода моделирование жизненного цикла проектного участка в реальных условиях эксплуатации.

Специалистами АО «ВНИИЖТ», железных дорог Восточного полигона и Центральной дирекции инфраструктуры — филиала ОАО «РЖД» ведутся работы по анализу технического состояния железнодорожного пути в кривых малого радиуса, фактическим

эксплуатационным затратам на его содержание и потерям в эксплуатационной работе, а также по технико-экономическому обоснованию целесообразности спрямления участков с наиболее сложным планом железнодорожной линии.

Благодарности: авторы выражают благодарность рецензентам за полезные замечания, способствовавшие улучшению статьи.

Acknowledgments: the authors express gratitude to the reviewers for useful comments that contributed to the improvement of the article.

Финансирование: авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding: the authors received no financial support for the research, authorship and publication of this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах.

Conflict of interest: the authors declares no conflict of interest and no financial interests in any material discussed in this article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Хобта А. В. Изыскательские и проектные работы для Транссибирской магистрали (1880–е–1910–е гг.). Тверь: ТФП, 2017. 400 с.
Hobta A. V. *Survey and design work for the Trans-Siberian Railway (1880–s–1910–s)*. Tver: TFP Publ, 2017. 400 p. (In Russ.).
- Иванова М. А., Маслова Е. Н., Токмаков В. С. Первые изыскания и экспедиционные исследования при проектировании и строительстве Амурской железной дороги в 1893–1911 годы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. № 5–2 (80). С. 18–23. EDN: <https://elibrary.ru/takbxt>.
- Ivanova M. A., Maslova E. N., Tokmakov V. S. The first surveys and expedition research during the design and construction of the Amur railway in 1893–1911. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2023;5–2(80):18–23. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/takbxt>.
- Быков Ю. А., Васильев А. Б., Гавриленков А. А., Фадеева В. А. Оптимизация топологии Забайкальской железной дороги // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2017. № 3. С. 55–62. EDN: <https://elibrary.ru/zizpgp>.
- Bykov Yu. A., Vasil'ev A. B., Gavril'nikov A. A., Fadeeva V. A. Optimization of the Trans-Baikal railway topology. *Bulletin of the Joint Scientific Council of JSC "Russian Railways"*. 2017;(3):55–62. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/zizpgp>.
- Едигарян А. Р. Основы методологии формирования генеральной схемы этапной реконструкции геометрии трассы существующего железнодорожного направления / А. Р. Едигарян, С. М. Гончарук, А. И. Нератов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2013. № 3(39). С. 294–299. EDN: <https://elibrary.ru/rchogx>.
- Edigaryan A. R., Goncharuk S. M., Neratov A. I. Methodological principles of formation of the general scheme phased modernization of the existing railway track geometry. *Modern Technologies. System analysis. Modeling*. 2013;3(39):294–299. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/rchogx>.
- Едигарян А. Р., Оголец А. А. Варианты ликвидации кривых малого радиуса на перегоне Ерофей Павлович — Большая Омутная Забайкальской железной дороги // Проектирование развития региональной сети железных дорог: сб. науч. тр. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2016. Вып. 4. С. 411–415. EDN: <https://elibrary.ru/xeexuv>.

Edigaryan A. R., Ogolets A. A. Options for the elimination horse-shoe curves on the section Erofeev Pavlovich — Bolshaya Omutnaya Zabaikal Railways. In: *Designing the development of the transport network of the Far East: collection of scientific works*. Khabarovsk: DvGUPS Publ; 2016;(4):411–415. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/xeexuv>.

6. Едигарян А. Р., Нератов А. И., Гончарук С. М., Васильев А. Б. Разработка генеральной схемы реконструкции геометрии трассы на примере Шилкинской и Сквородинской дистанций пути Забайкальской железной дороги // Проектирование развития региональной сети железных дорог: сб. науч. тр. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2013. Вып. 1. С. 21–36. EDN: <https://elibrary.ru/tcwtgv>.

Edigaryan A. R., Neratov A. I., Goncharuk S. M., Vasil'yev A. B. Development of a general scheme for the reconstruction of the route geometry using the example of the Shilkinskaya and Skovorodinskaya distances of the Trans-Baikal railway. In: *Designing the development of the transport network of the Far East: collection of scientific works*. Khabarovsk: DvGUPS Publ; 2013;(1):21–36. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/tcwtgv>.

7. Быков Ю. А., Васильев А. Б., Целихов Е. О., Едигарян А. Р. Технико-экономическая эффективность улучшения трассы особо перегруженных магистралей // Проектирование развития региональной сети железных дорог: сб. науч. тр. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2019. Вып. 7. С. 34–41. EDN: <https://elibrary.ru/ppfovz>.

Bykov Yu. A., Vasil'ev A. B., Tselikhov E. O., Edigaryan A. R. Feasibility study for improving the route of specially loaded railway lines. In: *Designing the development of the transport network of the Far East: collection of scientific works*. Khabarovsk: DvGUPS Publ; 2019;(7):34–41. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/ppfovz>.

8. Ушакова М. В., Линейцев В. Ю. Спрявление трассы железной дороги на перегоне Сохондо–Лесная // Транссиб на острие реформ: сб. науч. тр. Чита: Изд-во ЗаБИЖТ, 2016. Том 1. С. 121–125. EDN: <https://elibrary.ru/wwbftp>.

Ushakova M. V., Lineitsev V. Yu. Straightening of the railway route on the Sokhondo — Lesnaya section. In: *Transsib: at the forefront of reforms: collection of scientific works, 06–07 October, 2016, Chita*. Chita: ZabIZHT Publ; 2016. Vol. 1. P. 121–125. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/wwbftp>.

9. Целихов Е. О., Кожевников В. В. Экономическая эффективность спрямления трассы железнодорожной линии // Сборник научных статей аспирантов РУТ (МИИТ). Том Вып. 4. Под общей редакцией Т. В. Шепитько. Москва, 2021. С. 281–288. EDN: <https://elibrary.ru/naqqqc>.

Tselikhov E. O., Kozhevnikov V. V. Economic efficiency of straightening the railway line route. In: Shepit'ko T. V. (gen. ed.) *Collection of scientific articles by graduate students of RUT (MIIT), Moscow, 2021*. Vol. Issue 4. P. 281–288. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/naqqqc>.

10. Линейцев В. Ю. Спрявление трассы железной дороги, как эффективная мера по увеличению ее пропускной и провозной способности. // Транссиб: на острие реформ: сб. науч. тр., 06–07 октября 2016 года. Чита: Изд-во ЗаБИЖТ, 2016. Том 1. С. 82–86. EDN: <https://elibrary.ru/wwbfrh>.

Lineitsev V. Yu. Straightening of the railway route as an effective measure to increase its throughput and carrying capacity. In: *Transsib: at the forefront of reforms: collection of scientific works, 06–07 October, 2016, Chita*. Chita: ZabIZHT Publ; 2016. Vol. 1. P. 82–86. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/wwbfrh>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Михаил Иванович МЕХЕДОВ, канд. техн. наук, первый заместитель генерального директора, Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ, 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10, стр. 1), Author ID: 1019989, <https://orcid.org/0000-0002-8174-214X>

Владимир Александрович АНТОНЕЦ, аспирант, начальник Забайкальской железной дороги — филиала ОАО «РЖД» (672000, г. Чита, Ленинградская, д. 34), <https://orcid.org/0009-0000-8288-9322>

Владимир Александрович УСТИНОВ, аспирант, технический эксперт НЦ «ЦМПЭ», Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ, 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10, стр. 1), Author ID: 1141173, <https://orcid.org/0009-0008-3897-0113>

Вячеслав Геннадьевич ФЕДУЛИН, аспирант, технический эксперт НЦ «ЦМПЭ», Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ, 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10, стр. 1), Author ID: 1141172, <https://orcid.org/0000-0002-2827-1991>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mikhail I. MEKHEDOV, Cand. Sci. (Eng.), First Deputy General Director, Railway Research Institute (129626, Moscow, bldg. 1, 10, 3rd Mytishchinskaya St.), Author ID: 1019989, <https://orcid.org/0000-0002-8174-214X>

Vladimir A. ANTONETS, Postgraduate, Head of the TransBaikal Railway — branch of JSC “Russian Railways” (672000, Chita, 34, Leningradskaya St.), <https://orcid.org/0009-0000-8288-9322>

Vladimir A. USTINOV, Postgraduate, Technical Expert, Digital Models of Transportation and Energy Saving Technologies Research Centre, Railway Research Institute (129626, Moscow, bldg. 1, 10, 3rd Mytishchinskaya St.), Author ID: 1141173, <https://orcid.org/0009-0008-3897-0113>

Vyacheslav G. FEDULIN, Postgraduate, Technical Expert, Digital Models of Transportation and Energy Saving Technologies Research Centre, Railway Research Institute (129626, Moscow, bldg. 1, 10, 3rd Mytishchinskaya St.), Author ID: 1141172, <https://orcid.org/0000-0002-2827-1991>

ВКЛАД АВТОРОВ

Михаил Иванович МЕХЕДОВ. Формирование направления исследовательской деятельности и методологии исследования (10 %).

Владимир Александрович АНТОНЕЦ. Сбор, оценка и предоставление исходных данных о технических характеристиках верхнего строения пути, выполненных ремонтах и изъятию

остродефектных рельсов на рассматриваемых участках за истекший период жизненного цикла. Оценка результатов исследования (30 %).

Владимир Александрович УСТИНОВ. Формулировка цели, задачи исследования, анализ исходных данных об изъятии остродефектных рельсов и выполненных ремонтах, формирование и описание материалов (50 %).

Вячеслав Геннадьевич ФЕДУЛИН. Формирование, обработка и анализ исходных данных о фактически исполненных «окнах» для ремонта и текущего содержания пути на рассматриваемых участках (10 %).

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Mikhail I. MEKHEDOV. Development of the direction of research activities and research methodology (10 %).

Vladimir A. ANTONETS. Collection, evaluation and provision of initial data on the technical characteristics of the track superstructure, repairs performed and removal of severely defective rails on the sections under consideration over the past period of the life cycle. Evaluation of research results (30 %).

Vladimir A. USTINOV. Formulation of the goal, objectives of the study, analysis of the initial data on the removal of critical faulty rails and repairs performed, formation and description of materials (50 %).

Vyacheslav G. FEDULIN. Formation, processing and analysis of the initial data on the actually performed breaks for repairs and current maintenance of the track on the considered sections (10 %).

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The authors have read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию 15.01.2025, рецензия от первого рецензента получена 31.01.2025, рецензия от второго рецензента получена 11.02.2025, принята к публикации 03.03.2025.

The article was submitted 15.01.2025, first review received 31.01.2025, second review received 11.02.2025, accepted for publication 03.03.2025.