

Вопросы формирования порядка и периодичности предоставления технологических створов, определения ограничивающих сегментов, разработки оптимальных схем многосуточных закрытий перегонов

В.А. Оленцевич✉, А.А. Елизарьева

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

✉olencevich_va@mail.ru

Резюме

Стабильный прирост грузовой базы железных дорог на восточном направлении Российской Федерации в последние годы способствует увеличению интенсивности эксплуатации объектов инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД» в рамках работы Восточного полигона, в связи с чем вопросы организации оптимальных схем многосуточных закрытий железнодорожных перегонов для производства технического обслуживания и обеспечения плановых показателей ремонтной деятельности на объектах инфраструктурного комплекса Восточного полигона приобретают стратегическое значение. В данных условиях функционирования формирование четкого порядка и периодичности предоставления технологических створов, определение ограничивающих участков, разработка оптимальных схем многосуточных закрытий являются весьма актуальными и своевременными. Практическое применение этих процессов позволит повысить уровень пропускных и провозных мощностей на всех элементах инфраструктуры полигона, обеспечить возможности для реализации перспективного размера грузопотока. Проведено формирование и анализ моделей графиков движения поездов, которые помогут создать оптимальный технологический процесс функционирования железнодорожной транспортной системы на Восточном полигоне железных дорог, а также предоставят возможности по сокращению эксплуатационных расходов ОАО «РЖД», грузоотправителей и грузополучателей, собственников подвижного состава и прочих участников перевозочного процесса. На основе модели предоставления «окон» и ограничений в движении поездов на лимитирующих участках разработаны этапы организации технологических «окон», определены оптимальные схемы формирования технологических створов на примере работы участка Мариинск – Тайшет Транссибирской магистрали.

Ключевые слова

Восточный полигон железных дорог, график движения поездов, инфраструктурный комплекс, пропускные и провозные мощности, модель предоставления «окон», многосуточные закрытия перегонов, предоставление технологических створов

Для цитирования

Оленцевич В.А. Вопросы формирования порядка и периодичности предоставления технологических створов, определения ограничивающих сегментов, разработки оптимальных схем многосуточных закрытий перегонов / В.А. Оленцевич, А.А. Елизарьева // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2025. № 1 (85). С. 68–79. DOI 10.26731/1813-9108.2025.1(85).68-79.

Информация о статье

поступила в редакцию: 14.02.2025 г.; поступила после рецензирования: 06.03.2025 г.; принята к публикации: 10.03.2025 г.

Issues related to the formation of the order and frequency of provision of technological gates, the definition of limiting segments, the development of optimal schemes for multi-day lane closures

V.A. Olentsevich✉, A.A. Elizar'eva

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

✉olencevich_va@mail.ru

Abstract

In recent years, the steady increase in the freight base of railways in the eastern direction of the Russian Federation has contributed to an increase in the intensity of operational work by JSC «Russian Railways», and therefore the organization of optimal schemes for multi-day closures of railway crossings for maintenance of planned repair activities at the facilities of the infrastructure complex of the Eastern Polygon is of strategic importance. In these operating conditions, the procedure for forming a clear order and frequency of providing technological gates, determining the limiting areas, and developing optimal schemes for multi-day closures is very relevant and timely. Its practical application makes it possible to increase the level of throughput and transportation capacities at all elements of the Polygon infrastructure, to provide opportunities for the implementation of a promising cargo flow. The formation and analysis of train timetable models has been carried out, which makes it possible to create an opti-

mal technological process for the functioning of the railway transport system at the Eastern Railway Polygon, and also provides opportunities to reduce the operating costs of «Russian Railways», shippers and cargo recipients, owners of rolling stock, and other participants in the transportation process. Based on the model of providing «windows» and restrictions on the organization of train traffic in the limiting sections, the stages of providing «windows» have been developed, optimal schemes for the formation of technological gates have been determined using the operation of Mariinsk – Taishtet section of the Trans-Siberian Railway as an example.

Keywords

The Eastern railway polygon, train timetable, infrastructure complex, throughput and carrying capacity, model of provision of «windows», multi-day closures of crossings, provision of technological gates

For citation

Olentsevich V.A., Elizar'eva A.A. Voprosy formirovaniya poryadka i periodichnosti predostavleniya tekhnologicheskikh stvorov, opredeleniya ogranichivayushchikh segmentov, razrabotki optimal'nykh skhem mnogosutochnykh zakrytii peregonov [Issues related to the formation of the order and frequency of provision of technological gates, the definition of limiting segments, the development of optimal schemes for multi-day lane closures]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2025. Vol. 85. No. 1. Pp. 00–00. DOI: 10.26731/1813-9108.2025.1(85).00-00.

Article Info

Received: February 14, 2025; Revised: March 6, 2025; Accepted: March 10, 2025.

Введение

В современных условиях интенсивного развития транспортных систем Восточного полигона железных дорог и росте объемов грузовых перевозок мероприятия по оптимизации и повышению уровня эффективности технического обслуживания инфраструктуры российских железных дорог становятся наиболее актуальными и стратегически важными. Разработка и применение оптимальных схем многосуточных закрытий перегонов для обеспечения плановых показателей производства ремонтных работ приобретают стратегическое значение [1–4].

Скорейшее решение данных задач способно обеспечить прирост грузооборота, что предоставит ОАО «РЖД» широкий потенциал для реализации планов по пропуску перспективных поездопотоков на восточном направлении и даст существенный толчок в развитии экономики страны. В этом контексте особое внимание уделено целесообразности эффективного развития Восточного полигона железных дорог и входящих в его состав структурных подразделений как ключевых транспортных секторов Российской Федерации, обеспечивающих продвижение сырьевых ресурсов, товаров народного потребления, промышленного сектора, сельского хозяйства и пр.

Цель представленного научного исследования заключается в определении оптимальных схем многосуточных закрытий перегонов на Восточном полигоне железных дорог в условиях увеличения объемов ремонтных работ и ро-

сте грузопотока. Для достижения поставленной цели предполагается провести комплексный анализ текущих проблем, связанных с проведением ремонтных работ на Восточном полигоне, и предложить эффективные стратегические решения по планированию перевозочного процесса, которые будут способствовать минимизации времени простоя подвижного состава и снижению негативного влияния на уровень пропускных мощностей. На основе проведенного исследования предполагается выработать рекомендации и предоставить практические инструменты с целью оптимизации схем многосуточных закрытий перегонов на примере организации работы участка железнодорожной линии Восточного полигона и повышения уровня эффективности обслуживания инфраструктуры железных дорог в условиях возрастающих требований к производству эксплуатационной работы и приросте нагрузок [5, 6].

Организационные, технологические и управленческие проблемы транспортной системы ОАО «РЖД» в условиях полигонных технологий, а также процессной организации функционирования рассматривали в своих научных работах следующие российские и зарубежные ученые: Г.О. Козырь, А.А. Бочкарев, Д.А. Мачерет, И.Б. Рышков, Н.Г. Шабалин, О.В. Москвичев, Э.А. Мамаев, С.Ю. Елисеев, П.В. Куренков, А.С. Власов, О.Н. Ильина, А.Т. Осьминин, М.А. Нехаев, В.В. Репин, А.Ф. Бородин, Н.А. Латышева, L. Thompson, Ch. Flotzinger, M. Ivaldi и др.

Вопросы формирования эффективной модели графика движения поездов

Успешное экономическое развитие любой страны невозможно без интенсивного развития экономик ее территорий и регионов. Но внутригосударственное развитие территорий практически всегда неравномерно и напрямую зависит от конкурентных преимуществ. Главными составляющими элементами процесса реализации конкурентных преимуществ служат параметры и качественные характеристики транспортного инфраструктурного комплекса. Они, с одной стороны, позволяют соединить основные социально-экономические секторы в единую региональную структуру, с другой – интегрировать экономику региона в межрегиональную и международную торговлю. Сегодня перед транспортным инфраструктурным комплексом России ставится задача, продиктованная современными внутрироссийскими и мировыми трендами развития экономики и торговли – сокращение запасов товаров на складах и увеличение скорости доставки грузов, что возможно достичь только за счет стабильной, качественной работы инфраструктурного комплекса железных дорог [7].

В условиях прироста производственной и сырьевой баз России, стабилизации экономики, специалистами ОАО «РЖД» в последние десять лет ежегодно фиксируется увеличение грузоперевозок на 20–28 %. Поэтому основная техническая политика ОАО «РЖД» сегодня направлена на повышение уровня качества услуг и сервисов, применение гибкой тарифной политики, сокращение величины себестоимости всех элементов перевозочного процесса, что возможно при реализации условия эффективного использования всех видов ресурсов отрасли [1–4].

Данные факторы способствуют поиску руководством ОАО «РЖД» резервов для наращивания объемов движения на инфраструктурном комплексе Восточного полигона железных дорог, что вызывает необходимость увеличения количества используемых ниток графика движения поездов в пределах участков, повышения уровня пропускных и провозных мощностей на всех элементах инфраструктуры полигона.

Формирование эффективной модели графика движения поездов, разработка его наиболее рациональных вариантов, способных обеспечить беспрепятственный пропуск поездопо-

тока в различных условиях функционирования объектов инфраструктурного комплекса и обеспечение возможности реализации перспективного размера грузоперевозок позволит создать единый технологический процесс функционирования железнодорожной транспортной системы на Восточном полигоне железных дорог. Практическая реализация эффективной модели предоставит возможности:

- обеспечить оптимальную работу железнодорожных станций и узлов, участков и направлений, вагонного и локомотивного секторов;
- провести качественный факторный анализ работы, комплексно сопоставить и построить слаженные единые технологические процессы причастных дирекций, служб и структурных подразделений в соответствии с прогнозными значениями поездопотока, учитывая не только его прирост, но и резкие колебания;
- улучшить объемные, качественные, трудовые и финансово-экономические показатели работы структурных подразделений полигона с учетом степени их влияния друг на друга;
- сократить общую величину годовых эксплуатационных затрат ОАО «РЖД», грузоотправителей и грузополучателей, собственников подвижного состава, прочих сторонних и внутренних организаций, обеспечивающих бесперебойный перевозочный процесс в отрасли, учитывая процессы взаимодействия с другими видами транспорта [7, 8].

Разработка и реализация комплекса мероприятий, включающих в себя оптимизацию использования вагонного и локомотивного парков, наращивание скорости движения на участках, весовых норм грузовых поездов, сокращение времени оборота подвижного состава позволит увеличить скорость перевозки, приведет к улучшению качественных показателей и, тем самым, сократит расходы на осуществление перевозочного процесса. Именно в связи с данными факторами сегодня многими учеными и специалистами ОАО «РЖД» активно предпринимаются попытки при формировании модели графика движения поездов учитывать экономическую эффективность, возникающую при его использовании и зависящую от перечисленных показателей.

Факторный анализ показателей экономической эффективности выполнения нормативного графика движения поездов дает возможность определить оптимальные варианты ис-

пользования пропускной и провозной мощностей объектов инфраструктурного комплекса Восточного полигона железных дорог, а также установить целесообразность прокладки ниток графика движения с учетом пропуска длинно-составных, соединенных и ускоренных поездов, в том числе за счет разработки различных вариантов их проследования, составления прогнозных энергосберегающих графиков движения поездов, прочих внутренних и внешних факторов влияния [1, 6–11].

Порядок сквозного производственного планирования объемов работ и потребности ресурсов ОАО «РЖД» утвержден распоряжением ОАО «РЖД» от 25 ноября 2020 г. № 2603/р (ред. № 903/р и 842/р) (рис. 1) [1, 12, 13].

Формирование эффективной модели графика движения поездов при определении оптимальных схем многосуточных закрытий предоставления и использования технологических «окон» для производства ремонтных и строительно-монтажных работ на Восточном полигоне железных дорог с учетом оптимального порядка пропуска поездов, использования ниток графика движения, оптимизации работы инфраструктурного комплекса позволит оптимизировать существующую технологию планирования и снизить эксплуатационные расходы отрасли.

Существующие методы моделирования графика движения поездов в большей степени являются расчетными, включающими в себя на

различных этапах как формирование исходных данных о размерах поездопотоков по вариантам организации движения, потребности в использовании ниток графика, надежности технических средств и аналитического метода оценки возможностей инфраструктуры в пропуске поездопотока на основе исходных данных [12–16]/

Порядок и периодичность предоставления технологических створов на Транссибирской магистрали

Технология предоставления «окон» в соответствии с директивным планом-графиком осуществляется в соответствии с регламентом взаимодействия Центра управления перевозками на Восточном полигоне с подразделениями причастных филиалов ОАО «РЖД» при планировании, предоставлении и использовании «окон». На Восточном полигоне на основании ряда нормативных документов ([1, 12, 13]) разработана инструкция, которая устанавливает порядок планирования, разработки, предоставления и использования технологических «окон» для производства ремонтных и строительно-монтажных работ на железных дорогах ОАО «РЖД», выполняемых силами структурных подразделений, дочерних обществ ОАО «РЖД» и сторонних организаций с учетом местных условий.

Поскольку перевозочный процесс на Восточном полигоне железных дорог характеризуется высоким уровнем загрузки инфраструктурного комплекса, низкими значениями про-



Рис. 1. Порядок сквозного производственного планирования объемов работ и потребности в ресурсах филиалов ОАО «РЖД»

Fig. 1. Procedure for end-to-end production planning of work volumes and resource requirements of branches of JSC «Russian Railways»

пусковых и провозных мощностей существует необходимость применения процедур длительных закрытий перегонов, преимущественно по технологии «в створе», т.е. синхронизировано на полигонах соседних участков. Для реализации данной технологии сформирован перечень створовых направлений, которые преимущественно располагаются между крупными железнодорожными узлами, где происходит процесс зарождения и погашения поездопотока, также это могут быть крупные узловые станции со сходящимися двумя и более направлениями движения [14–19].

На Восточном полигоне к створовым направлениям относятся: Мариинск – Красноярск – Тайшет – Улан-Удэ – Хабаровск-II – Владивосток. В ряде случаев при предоставлении длительных закрытий часть поездопотока направляется по обходным маршрутам следования с использованием параллельных створовых направлений. Длительные закрытия могут предоставляться только на одном из таких взаимосвязанных створовых направлений, поэтому существует понятие «взаимосвязанные створовые направления», при которых длительные закрытия перегонов должны предоставляться скоординировано [1, 7].

На рис. 2 представлена модель предоставления «окон» на Транссибирской магистрали. Определены лимитирующие участки: Мариинск – Боготол, Чернореченская – Бугач, Бугач – Красноярск, Красноярск-Северный – Красноярск-Восточный, Красноярск-Восточный – Уяр, Уяр –

Заозерная, Заозерная – Канск-Енисейский, Канск-Енисейский – Юрты [1, 12, 13].

На основе модели предоставления «окон» и ограничений организации движения поездов на лимитирующих участках Транссибирской магистрали разработаны этапы предоставления «окон».

1. Первый этап – январь – февраль. Включает в себя предоставление только технологических створов «окон» (два четных створа, в том числе один створ продолжительностью 4 ч., один створ продолжительностью 2 ч.; два нечетных створа, в том числе один створ продолжительностью 4 ч., один створ продолжительностью 2 ч.).

2. Второй этап – март. Включает в себя предоставление технологических створов «окон»: в четном створе продолжительностью 4 ч., при этом «окна» должны быть не более чем 6 ч.

3. Третий этап – апрель. Включает в себя предоставление технологических створов «окон» продолжительностью не более 12 ч.

4. Четвертый этап с 5 мая по 28 сентября включает в себя ремонтно-путевые работы.

По Красноярской железной дороге: Мариинск – Красноярск – в четном створе «окно» 16 ч.; Красноярск – Тайшет – в четном створе «окно» 16 ч.

По Восточно-Сибирской железной дороге: Тайшет – Черемхово – в четном створе «окно» 16 ч.; Черемхово – Иркутск-Сортировочный – длительное закрытие на 3 сут.; Иркутск-

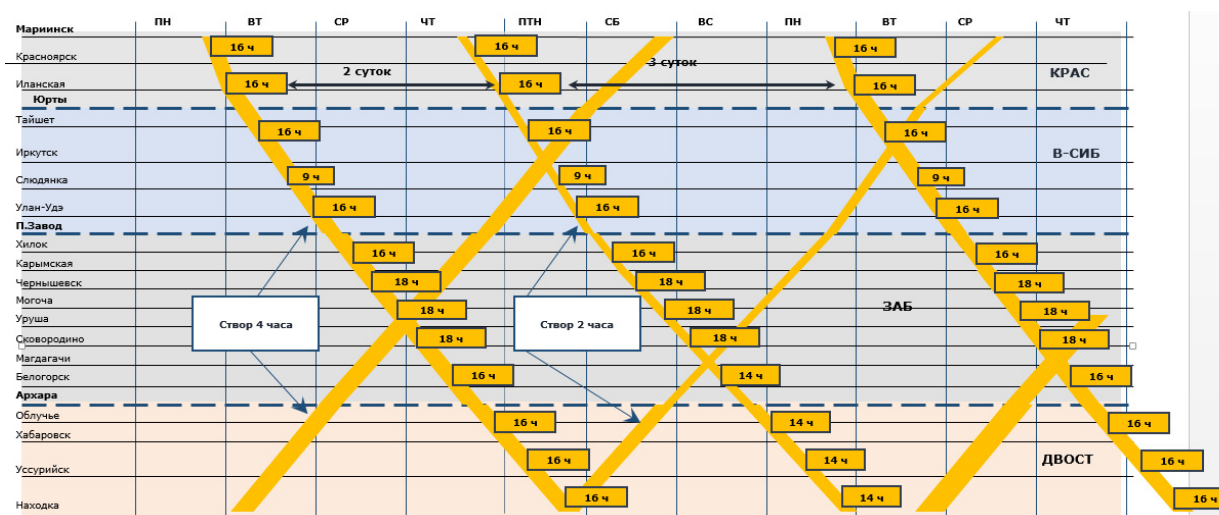


Рис. 2. Модель предоставления «окон» на Транссибирской магистрали
Fig. 2. Model for providing «windows» on the Trans-Siberian Railway

Сортировочный – Слюдянка-1 – в четном створе «окно» 9 ч.; Слюдянка-1 – Петровский Завод – в четном створе «окно» 16 ч.

По Забайкальской железной дороге: Петровский Завод – Карымская – в четном створе «окно» 16 ч.; Карымская – Горелый – в четном створе не более трех «окон» по 18 ч.; Горелый – Архара – в четном створе «окно» 16 ч. (четверг), 14 ч. (воскресенье).

По Дальневосточной железной дороге: Архара – Хабаровск – в четном створе «окно» 16 ч. (пятница), 14 ч. (понедельник); Хабаровск – Уссурийск – в четном створе «окно» 16 ч. (пятница), 14 ч. (понедельник); Уссурийск – Находка – в четном створе «окно» 16 ч. (с пятницы на субботу), 14 ч. (с понедельника на вторник).

5. Пятый этап – октябрь. Предоставление технологических створов «окон» в четном створе «окна» не более 8 ч.

6. Шестой этап – ноябрь – декабрь. Предоставляются только технологические створы «окон» (два четных створа, в том числе один створ продолжительностью 4 ч., один створ продолжительностью 2 ч.; два нечетных створа, в том числе один створ продолжительностью 4 ч., один створ продолжительностью 2 ч. [7, 14–19].

Разработан порядок и периодичность предоставления технологических створов на примере организации работы участка Мариинск – Тайшет Транссибирской магистрали.

Алгоритм предоставления четного технологического створа:

– участок Мариинск – Боготол: начало технологического створа со ст. Мариинск в понедельник продолжительностью 4 ч., в четверг продолжительностью 2 ч.;

– участок Боготол – Красноярск-Восточный: начало технологического створа со

ст. Боготол в понедельник продолжительностью 4 ч., в четверг продолжительностью 2 ч.;

– участок Красноярск-Восточный – Уяр: начало технологического створа со ст. Красноярск-Восточный во вторник продолжительностью 4 ч., в пятницу продолжительностью 2 ч.;

– участок Уяр – Иланская: начало технологического створа со ст. Уяр во вторник продолжительностью 4 ч., в пятницу продолжительностью 2 ч.;

– участок Иланская – Тайшет: начало технологического створа со ст. Иланская во вторник продолжительностью 4 ч., в пятницу продолжительностью 2 ч.

Алгоритм предоставления нечетного технологического створа:

– участок Тайшет – Иланская: начало технологического створа со ст. Тайшет в субботу продолжительностью 4 ч., в среду продолжительностью 2 ч.

– участок Иланская – Уяр: начало технологического створа со ст. Иланская в субботу продолжительностью 4 ч., в среду продолжительностью 2 ч.;

– участок Уяр – Красноярск-Восточный: начало технологического створа со ст. Тайшет в субботу продолжительностью 4 ч., в среду продолжительностью 2 ч.;

– участок Красноярск-Восточный – Боготол: начало технологического створа со ст. Красноярск-Восточный в субботу продолжительностью 4 ч., в среду продолжительностью 2 ч.;

– участок Боготол – Мариинск: начало технологического створа со ст. Боготол в субботу продолжительностью 4 ч., в среду продолжительностью 2 ч.

На рис. 3 отображена технология предоставления «окон» на участке Мариинск – Тайшет.

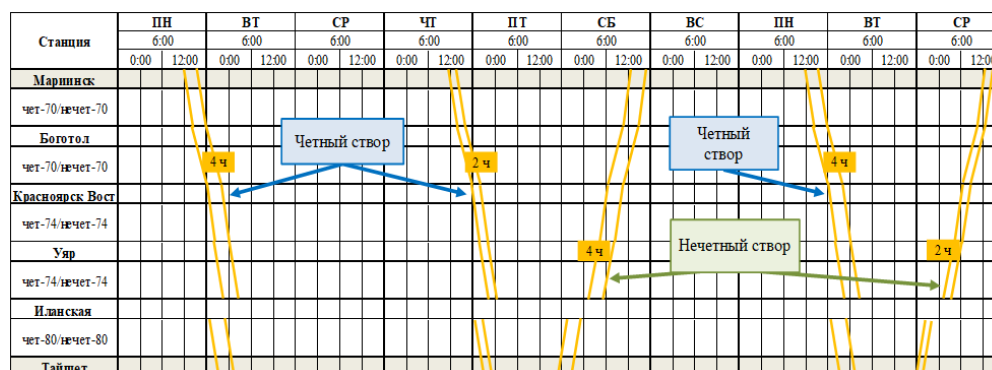


Рис. 3. Технология предоставления «окон» на участке Мариинск – Тайшет

Fig. 3. Technology of providing «windows» on the Mariinsk – Taishet section

Таблица 1. Порядок предоставления створов по направлениям движения на участке Мариинск – Тайшет
Table 1. The procedure for providing alignments in the directions of movement on the Mariinsk – Taishet section

Участок Section	Техническая станция Technical station	Продолжительность створов Length of the alignments			
		4 ч.		2 ч.	
Четный створ Even alignment					
Мариинск – Боготол	Мариинск	11:30	15:30	11:30	13:30
	Боготол	13:30	17:30	13:30	15:30
Боготол – Красноярск	Боготол	13:30	17:30	13:30	15:30
	Красноярск	18:10	22:10	18:10	20:10
Красноярск – Уяр	Красноярск	18:10	22:10	18:10	20:10
	Уяр	20:00	00:00	20:00	22:00
Уяр – Иланская	Уяр	20:00	00:00	20:00	22:00
	Иланская	22:10	02:10	22:10	00:10
Иланская – Тайшет	Иланская	18:40	22:40	18:40	20:40
	Тайшет	21:00	01:00	21:00	23:00
Нечетный створ Odd alignment					
Тайшет – Иланская	Тайшет	17:10	21:10	17:10	19:10
	Иланская	01:00	05:00	01:00	03:00
Иланская – Уяр	Иланская	01:00	05:00	01:00	03:00
	Уяр	04:00	08:00	04:00	06:00
Уяр – Красноярск	Уяр	04:00	08:00	04:00	06:00
	Красноярск	06:40	10:40	06:40	08:40
Красноярск – Боготол	Красноярск	06:40	10:40	06:40	08:40
	Боготол	11:40	15:40	11:40	13:40
Боготол – Мариинск	Боготол	11:40	15:40	11:40	13:40
	Мариинск	12:50	16:50	12:30	14:30

В табл. 1 приведен порядок предоставления створов по времени [1, 7, 14–19].

Применение разработанных методических положений для предоставления длительных закрытий и «окон» большой продолжительности при выполнении ремонтно-путевых работ по технологии в створе позволяет упорядочить систему использования передовых технологических методов. Это, в свою очередь, повысит эффективность организации ремонтных работ и улучшит управление перевозочным процессом на рассматриваемом участке [20–24].

При этом под длительным закрытием (перегона, пути перегона, станционного пути) понимается «окно», предоставляемое для ремонта, реконструкции или строительства железнодорожной инфраструктуры, продолжительностью более 24 ч. [13, 14]. Порядок предоставления «окон» длительного закрытия на рассматриваемом участке Восточного полигона представлен на рис. 4.

Показатели съема четных и нечетных поездов при предоставлении длительного закрытия и «окна» большой продолжительности для

выполнения ремонтно-путевых работ по технологии в створе представлены в табл. 2.

Суммарное количество грузовых поездов, пропуск которых будет ограничен по причине производства длительного закрытия и «окон» большой продолжительности при выполнении ремонтно-путевых работ по технологии в створе составил 80 поездов [1, 25].

Экономические потери за весь период производства работ (10 сут.) составят:

- от четного съема – 11 130,178 тыс. р.;
- от нечетного съема – 10 879,925 тыс. р.

Суммарная величина экономических потерь от съема 80 поездов – 22 010,1 млн р. за 10 сут. производства работ.

В табл. 3 представлены показатели поездо-часов простоя грузовых поездов в ожидании пропуска, по причине выполнения ремонтно-путевых работ по технологии в створе по направлениям движения на участке Мариинск – Тайшет [1, 25].

Экономические потери по поездо-часам простоя в ожидании пропуска – 1 205,4 тыс. р. за 10 сут. Итоговое значение потерь от пони-

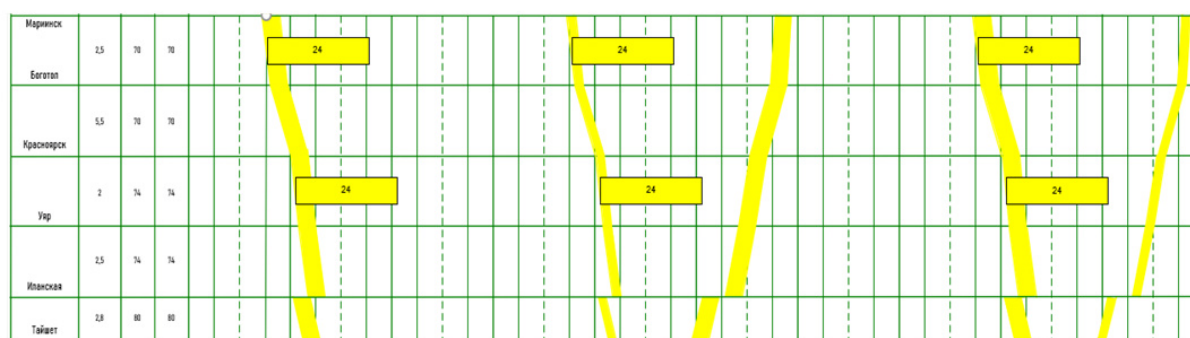


Рис. 4. Порядок предоставления «окон» длительного закрытия на участке Мариинск – Тайшет

Fig. 4. Procedure for providing long-term closure «windows» on the Mariinsk – Taishet section

Таблица 2. Величина съема поездов по направлениям движения на участке Мариинск – Тайшет

Table 2. The volume of train removals in the directions of movement on the Mariinsk – Taishet section

Участок Section	Сутки производства работ Day of performing work										Значение съема, поезд The value of the removal, train
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Четный створ Even alignment											
Мариинск – Боготол	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Боготол – Красноярск	–	–	–	1	–	–	–	–	9	–	10
Красноярск – Уяр	–	–	–	–	–	–	–	–	8	–	8
Уяр – Иланская	–	–	–	1	–	–	1	–	7	–	9
Иланская – Тайшет	–	–	1	–	–	2	–	1	10	–	14
Суммарный четный съем – 41 поезд за весь период производства работ Total even removal – 41 trains for the entire period of work											
Нечетный створ Odd alignment											
Мариинск – Боготол	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1
Боготол – Красноярск	–	–	1	–	–	–	1	–	6	–	8
Красноярск – Уяр	–	–	1	–	–	–	2	–	8	–	11
Уяр – Иланская	–	–	–	1	–	–	2	–	7	–	10
Иланская – Тайшет	–	–	–	1	–	–	–	2	6	–	9
Суммарный нечетный съем – 39 поездов за весь период производства работ Total odd removal – 39 trains for the entire period of work											

жения уровня эксплуатационных показателей работы участка по причине действия ограничительного производства работ длительного закрытия и «окон» составит 23 215,503 тыс. р. за 10 сут.

Анализ существующих вариантов закрытия участков на 24 ч. позволил выявить следующие проблемы:

1. Значительные задержки в движении поездов. Длительные перерывы в движении приводят к накоплению поездов на подходах к закрытым участкам, что вызывает сбои в расписании и длительное ожидание.

2. Нарушения графика пассажирских перевозок. Пассажирские поезда, особенно даль-

него следования, не могут следовать по запланированным маршрутам и расписаниям, что приводит к опозданиям и неудобствам для пассажиров.

3. Увеличение нагрузки на соседние участки. Пассажирские и грузовые потоки перенаправляются на альтернативные маршруты, что вызывает перегрузку и ухудшение пропускной способности на других участках.

4. Увеличение времени восстановления движения. После завершения работ необходимо время для восстановления нормативного графика движения поездов, что продлевает период нарушения работы железнодорожной сети.

Таблица 3. Показатели поездо-часов простоя грузовых поездов в ожидании пропуска на участке Мариинск – Тайшет

Table 3. Train-hour indicators of freight trains waiting for passage on the Mariinsk – Taishet section

Участок Section	Сутки производства работ Day of performing work										Итого, поездо- час. Total, train-hour
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Мариинск – Боготол	–	–	–	–	–	4,2	–	–	12,5	–	16,7
Боготол – Красноярск	–	–	–	–	2,5	–	–	–	19,7	–	22,2
Красноярск – Уяр	–	–	–	–	4,3	0,6	–	–	6,3	–	11,2
Уяр – Иланская	–	4,0	–	–	–	–	–	–	5,1	–	–
Иланская – Тайшет	–	4,4	–	–	3,6	–	–	–	2,1	–	10,1
Суммарные поездо-часы простоя грузовых поездов – 60,2 поездо-часа за весь период производства работ Total train-hours of downtime of freight trains – 60,2 train-hours for the entire period of work											

Определение оптимальных схем предоставления технологических створов на Транссибирской магистрали

Разработан оптимальный вариант порядка предоставления «окон» с изменением продолжительности закрытия перегонов на примере организации работы участка Мариинск – Тайшет Восточного полигона (рис. 5). Показатели поездо-часов простоя четных и нечетных поездов с учетом оптимизации про-

должительности закрытия перегонов представлены в табл. 4.

Экономические потери от понижения уровня эксплуатационных показателей работы участка по причине действия ограничений производства работ длительного закрытия и «окон» с учетом оптимизации продолжительности закрытия перегонов составят 460,875 тыс. р. за 10 сут. Экономические потери от съема поездов в данном графике отсутствуют.

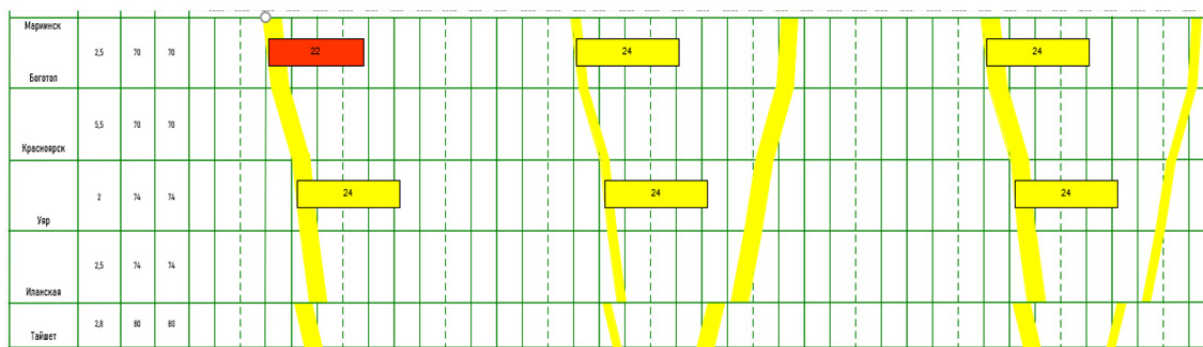


Рис. 5. Оптимальный вариант порядка предоставления «окон» с изменением продолжительности закрытия перегонов участка Мариинск – Тайшет

Fig. 5. Optimal option for the procedure for providing «windows» with a change in the duration of the closure of the Mariinsk – Taishet section

Таблица 4. Показатели поездо-часов простоя грузовых поездов в ожидании пропуска на участке Мариинск – Тайшет с учетом оптимизации продолжительности закрытия перегонов

Table 4. Train-hour indicators of freight train downtime awaiting passage on the Mariinsk – Taishet section, taking into account the optimization of the duration of the closure of sections

Участок Section	Сутки производства работ Day of work										Итого, поездо- час. Total, train-hours
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Мариинск – Боготол	4,5	–	–	3,7	–	–	–	–	–	2,1	10,2
Боготол – Красно- ярск	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Красноярск – Уяр	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Уяр – Иланская	–	4,7	–	–	1,2	1,2	–	–	7,5	1,2	15,8
Иланская – Тайшет	–	11,5	–	–	–	–	–	–	–	–	11,5
Суммарные поездо-часы простоя грузовых поездов – 37,5 поездо-часа за весь период производства работ											

Заключение

Проведенный анализ моделей графиков движения поездов на Восточном полигоне железных дорог позволил создать оптимальный технологический процесс функционирования железнодорожной транспортной системы.

По итогам анализа моделей графиков движения поездов, согласно створой технологии, при организации «окон» продолжительностью 24 ч. было выявлено, что предоставление длительных закрытий на участках Восточного полигона приводит к значительным задержкам движения поездов, что влечет за собой увеличение времени на восстановление графика и нарушение графика пассажирских перевозок. На основе модели предоставления «окон» и

ограничений организации движения поездов на лимитирующих участках разработаны этапы предоставления технологических «окон», определены оптимальные схемы формирования технологических створов на примере организации работы отдельного участка.

Значение дополнительных эксплуатационных расходов, вызванных простоем поездов в ожидании пропуска в «окно», показало, что вариант пропуска при организации ремонтных работ продолжительностью менее 24 ч. является наиболее эффективным, позволяет снизить потери и обеспечить максимальный пропуск поездов на рассматриваемом участке.

Список литературы

1. Российские железные дороги // ОАО «РЖД»: офиц. сайт. URL : <http://www.rzd.ru> (дата обращения 12.02.2025).
2. Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года : распоряжение Правительства Рос. Федерации от 27.11.2021 г. № 3363-р. Кодекс : сайт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727294161> (Дата обращения 02.03.2025).
3. О Стратегии государственной национальной политики Российской Федерации на период до 2025 года: указ Президента РФ от 19.12.2012 г. № 1666 (ред. 15.01.2024). Доступ из справ.-правов. системы КонсультантПлюс в локал. сети.
4. Сценарии развития Восточной Сибири и российского Дальнего Востока в контексте политической и экономической динамики Азиатско-Тихоокеанского региона до 2030 года : аналит. доклад / Л.А. Аносова, А.Г. Коржубаев, А.Н. Панов и др. М. : Едиториал УРСС, 2011. 120 с. URL : <http://econom.nsc.ru/ieie/Izdan/trudi/korjubaev/doklad.pdf> (Дата обращения 10.02.2025).
5. Розенберг Е.Н., Абрамов А.А., Батраев В.В. Интервальное регулирование движения поездов // Железнодорожный транспорт. 2017. № 9. С. 19–24.
6. Оленцевич В.А., Гозбенко В.Е. Задачи приспособления транспортной инфраструктуры к новым технологиям // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2021. № 8. С. 189–190.
7. Горшков В.В., Оленцевич В.А. Определение оптимальных схем многосуточных закрытий перегонов для производства ремонтных работ на Восточном полигоне // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2024. № 3 (40). С. 50–59.
8. Бородин А.Ф. Комплексная система организации эксплуатационной работы железнодорожных направлений : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 2000. 50 с.
9. Гершвальд А.С. Методы и алгоритмы оперативного планирования поездной работы на полигоне // Наука и техника транспорта. 2016. № 2. С. 74–78.
10. Шаров В.А., Бородин А.Ф. Интегрированная технология управления движением грузовых поездов по расписанию // Железнодорожный транспорт. 2011. № 8. С. 11–22.
11. Пузина Е.Ю., Барыкина Ю.Н. Бенчмаркинг: основные понятия и процесс реализации // Экономический альманах. Иркутск, 2015. С. 147–150.
12. Об утверждении порядка взаимодействия подразделений и филиалов ОАО «РЖД» при проведении капитального ремонта железнодорожного пути, предусмотренного инвестиционной программой ОАО «РЖД», выполняемого хозяйственным способом : распоряжение ОАО «РЖД» от 09.03.2022 № 564/р. Доступ из справ.-правовой системы АСПИЖТ в локал. сети.
13. Об утверждении инструкции о порядке планирования, предоставления, использования и учета «окон» для работ на инфраструктуре ОАО «РЖД» : распоряжение ОАО «РЖД» от 28.12.2023 № 3403/р. Доступ из справ.-правовой системы АСПИЖТ в локал. сети.
14. Толмачев В.Н. Оперативное управление пропуском поездов на двухпутных участках в периоды проведения ремонтно-путевых работ : дис. ... канд. тех. наук. М., 2004. 195 с.
15. Парамонова Н.В. Рациональная технология пропуска поездов во время «окна» для проведения ремонтно-строительных работ : автореф. дис. ... канд. тех. наук. М., 2007. 24 с.
16. Кострома Т.В. Исследование принципов построения и эффективности системы интервального регулирования, предназначенных для применения в период ремонтно-восстановительных работ на железнодорожном транспорте : дис. ... канд. техн. наук. М., 1980. 199 с.
17. Increase of the throughput and processing capacity of the railway line mountain pass section by strengthening the devices of the system of traction power supply / N.P. Astashkov, V.A. Olentsevich, A.R. Akhmetshin et al. // Actual Issues of Mechanical Engineering (AIME) : international Conference. Saint-Petersburg, 2020. Vol. 1111. DOI 10.1088/1757-899X/1111/1/012005.
18. Комаров А.В. Определение ущербов в экономике от некачественного транспортного обслуживания // Вестник транспорта. 2002. № 2. С. 30–38.

19. Климович А.В. Оптимизация графика движения поезда для всего направления перевозки груза // Вестн. Ростов. гос. ун-та путей сообщ. 2006. № 3 (23). С. 53–55.

20. Оленцевич В.А., Власова Н.В. Оценка удовлетворенности качеством услуг грузовых железнодорожных перевозок // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2021. № 8. С. 187–188.

21. Formation of new principles and models of operation of structural units of the industry under the conditions of implementation of digital technologies / D.A. Lysenko, V.Y. Konyukhov, V.A. Olentsevich et al. // International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems (MEACS). Novosibirsk, 2020. Vol. 1064. DOI 10.1088/1757-899X/1064/1/012025.

22. Асташков Н.П., Оленцевич А.А. Изменение технологии работы транспортно-технологической системы железнодорожного транспорта за счет использования нового типа подвижного состава // Наука сегодня: задачи и пути их решения : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Вологда, 2019. С. 16–17.

23. Ермоленко И.Ю., Морозов Д.В., Асташков Н.П. Влияние продольных нагрузок на безопасность движения при эксплуатации на горно-перевальных участках пути // Вестн. Ростов. гос. ун-та путей сообщ. 2021. № 2 (82). С. 104–111.

24. Белоголов Ю.И., Стецова Ю.М., Оленцевич А.А. Использование методов математического моделирования при управлении транспортными процессами на железной дороге // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. Иркутск, 2018. Т. 1. С. 145–148.

25. Об утверждении методики определения пропускной и провозной способностей инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования : приказ Минтранса РФ от 18.07.2018 г. № 266. Доступ из справ.-правовой системы АСПИЖТ в локал. сети.

References

1. Rossiiskie zheleznye dorogi (elektronnyi resurs) [Russian Railways (electronic resource)]. Available at: <http://www.rzd.ru> (Accessed February 12, 2025).

2. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 27.11.2021 g. № 3363-r «Ob utverzhdenii Transportnoi strategii Rossiiskoi Federatsii do 2030 goda s prognozom na period do 2035 goda» [Decree of the Government of the Russian Federation No 3363-r dated November 27, 2021 «On the approval of the Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast for the period up to 2035»].

3. Ukaz Prezidenta RF ot 19.12.2012 g. № 1666 «O Strategii gosudarstvennoi natsional'noi politiki Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda» (red. 15.01.2024) [Decree of the President of the Russian Federation dated December 19, 2012 No 1666 «On the Strategy of the State National Policy of the Russian Federation for the period up to 2025» (ed. January 15, 2024)].

4. Anosova L.A., Korzhubaev A.G., Panov A.N., Vikhanskii O.S., Potapov V.Ya., Ostrovskii A.V., Renzin O.M., Zaverskii S.M., Kononova V.Yu., Filimonova I.V., Eder L.V., Bakhturov A.S., Bezryadin M.V., Kartashov S.V., Mishenin M.V., Nedeev A.V., Plekhanov D.A., Rasputin M.V., Saunin O.V., Sergeev A.S., Stollyar V.A., Yudin D.V. et al. Stsenarii razvitiya Vostochnoi Sibiri i rossiiskogo Dal'nego Vostoka v kontekste politicheskoi i ekonomicheskoi dinamiki Aziatsko-Tikhookeanskogo regiona do 2030 goda : analiticheskii doklad [Scenarios for the development of Eastern Siberia and the Russian Far East in the context of the political and economic dynamics of the Asia-Pacific region until 2030 : an analytical report]. Moscow: Unitorial URSS Publ., 2011. 120 p. Available at: <http://econom.nsc.ru/ieie/Izdan/trudi/korjubaev/doklad.pdf> (Accessed November 28, 2024).

5. Rozenberg E.N., Abramov A.A., Batraev V.V. Interval'noe regulirovanie dvizheniya poezdov [Interval control of train movement]. *Zheleznodorozhnyi transport* [Railway transport], 2017, no 9, pp. 19–24.

6. Olentsevich V.A., Gozbenko V.E. Zadachi prispособleniya transportnoi infrastruktury k novym tekhnologiyam [The tasks of adapting transport infrastructure to new technologies]. *Sovremennye tekhnologii i nauchno-tekhnicheskii progress* [Modern technologies and scientific and technological progress], 2021, no 8, pp. 189–190.

7. Gorshkov V.V., Olentsevich V.A. Opredelenie optimal'nykh skhem mnogodnevnykh zakrytii peregonov dlya proizvodstva remontnykh rabot na Vostochnom poligone [Determination of optimal schemes for multi-day lane closures for repair work at the Eastern Polygon]. *Transport Aziatsko-Tikhookeanskogo regiona* [Transport of the Asia-Pacific region], 2024, no 3 (40), pp. 50–59.

8. Borodin A.F. Kompleksnaya sistema organizatsii ekspluatatsionnoi raboty zheleznodorozhnykh napravlenii [Complex system of organization of operational work of railway lines]. Doctor's theses. Moscow, 2000. 50 p.

9. Gershval'd A.S. Metody i algoritmy operativnogo planirovaniya poezdnoi raboty na poligone [Methods and algorithms of operational planning of train work at the polygon]. *Nauka i tekhnika transporta* [Science and Technology of transport], 2016, no 2, pp. 74–78.

10. Sharov V.A., Borodin A.F. Integrirovannaya tekhnologiya upravleniya dvizheniem gruzovykh poezdov po raspisaniyu [Integrated technology for controlling the movement of scheduled freight trains]. *Zheleznodorozhnyi transport* [Railway transport], 2011, no 8, pp. 11–22.

11. Puzina E.Yu., Barykina Yu.N. Benchmarking: osnovnye ponyatiya i protsess realizatsii [Benchmarking: basic concepts and implementation process]. *Ekonomicheskii al'manakh* [Economic almanac], 2015, pp. 147–150.

12. Rasporyazhenie OAO «RZhD» ot 09.03.2022 № 564/r «Ob utverzhdenii poryadka vzaimodeistviya podrazdelenii i filialov OAO «RZhD» pri provedenii kapital'nogo remonta zheleznodorozhnogo puti, predusmotrennogo investitsionnoi programmoi OAO «RZhD», vypolnyaemogo khozyaistvennym sposobom» [Order of JSC «Russian Railways» dated March 9, 2022 No 564/r «On approval of the procedure for interaction of divisions and branches of JSC «Russian Railways» during the overhaul of the railway track provided for by the investment program of JSC «Russian Railways», performed by the economic method»].

13. Rasporyazhenie OAO «RZhD» ot 28.12.2023 № 3403/r «Ob utverzhdenii instruktsii o poryadke planirovaniya, predostavleniya, ispol'zovaniya i ucheta «okon» dlya rabot na infrastrukture OAO «RZhD» [Order of JSC «Russian Railways» dat-

ed December 28, 2023 No 3403/r «On approval of the instructions on the procedure for planning, provision, use and accounting of «windows» for work on the infrastructure of JSC «Russian Railways»].

14. Tolmachev V.N. Operativnoe upravlenie propuskom poezdov na dvukhputnykh uchastkakh v periody provedeniya remontno-putevykh rabot [Operational control of the passage of trains on double-track sections during the periods of repair and track works]. Ph.D.'s theses. Moscow, 2004. 195 p.

15. Paramonova N.V. Ratsional'naya tekhnologiya propuska poezdov vo vremya «okna» dlya provedeniya remontno-stroitel'nykh rabot [Rational technology of passing trains during the «window» for carrying out repair and construction works]. Ph.D.'s theses. Moscow, 2007. 24 p.

16. Kostroma T.V. Issledovanie printsipov postroeniya i effektivnosti sistemy interval'nogo regulirovaniya, prednaznachennykh dlya primeneniya v period remontno-vosstanovitel'nykh rabot na zheleznodorozhnom transporte [Investigation of the principles of construction and effectiveness of the interval control system intended for use during repair and restoration work on railway transport]. Ph.D.'s theses. Moscow, 1980. 199 p.

17. Astashkov N.P., Olentsevich V.A., Akhmetshin A.R., Suslov K.V., Shtaiger M.G., Karlina A.I. Increase of the throughput and processing capacity of the railway line mountain pass section by strengthening the devices of the system of traction power supply // International conference «Actual Issues of Mechanical Engineering–2020». Saint Petersburg, 2020. Vol. 1111. DOI: 10.1088/1757-899X/1111/1/012005.

18. Komarov A.V. Opredelenie ushcherbov v ekonomike ot nekachestvennogo transportnogo obsluzhivaniya [Determining economic damages from poor-quality transport services]. *Vestnik transporta* [Bulletin of transport], 2002, no 2, pp. 30–38.

19. Klimovich A.V. Optimizatsiya grafika dvizheniya poezda dlya vsego napravleniya perevozki gruzha [Optimization of the train schedule for the entire cargo transportation direction]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya* [Bulletin of the Rostov State Transport University], 2006, no 3 (23), pp. 53–55.

20. Olentsevich V.A., Vlasova N.V. Otsenka udovletvorennosti kachestvom uslug gruzovykh zheleznodorozhnykh perevozok [Assessment of satisfaction with the quality of freight railway transportation services]. *Sovremennye tekhnologii i nauchno-tekhnicheskii progress* [Modern technologies and scientific and technical progress], 2021, no 8, pp. 187–188.

21. Lysenko D.A., Konyukhov V.Y., Olentsevich V.A., Vlasova N.V. Formation of new principles and models of operation of structural units of the industry under the conditions of implementation of digital technologies // International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems (MEACS 2020). Novosibirsk, 2020. Vol. 1064. DOI: 10.1088/1757-899X/1064/1/012025.

22. Astashkov N.P., Olentsevich A.A. Izmenenie tekhnologii raboty transportno-tekhnologicheskoi sistemy zheleznodorozhnogo transporta za schet ispol'zovaniya novogo tipa podvizhnogo sostava [Changing the technology of the railway transport and technological system through the use of a new type of rolling stock]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauka segodnya: zadachi i puti ikh resheniya»* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Science today: tasks and ways to solve them»]. Vologda, 2019, pp. 16–17.

23. Ermolenko I.Yu., Morozov D.V., Astashkov N.P. Vliyaniye prodol'nykh nagruzok na bezopasnost' dvizheniya pri ekspluatatsii na gorno-pereval'nykh uchastkakh puti [Influence of longitudinal loads on traffic safety during operation on mountain-transshipment sections of the track]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya* [Bulletin of the Rostov State Transport University], 2021, no 2 (82), pp. 104–111.

24. Belogolov Yu.I., Stetsova Yu.M., Olentsevich A.A. Ispol'zovanie metodov matematicheskogo modelirovaniya pri upravlenii transportnymi protsessami na zheleznoi doroge [The use of mathematical modeling methods in the management of transport processes on the railway]. *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. 145–148.

25. Prikaz Mintransa RF ot 18.07.2018 g. № 266 «Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya propusknoi i provoznoi sposobnosti infrastruktury zheleznodorozhnogo transporta obshchego pol'zovaniya» [Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated July 18, 2018 No 266 «On approval of the methodology for determining the throughput and carrying capacity of the infrastructure of public railway transport»].

Информация об авторах

Оленцевич Виктория Александровна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск; e-mail: olencevich_va@mail.ru.
Елизарьева Алина Артемовна, аспирант кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск; e-mail: alinka_e.lizarevs@mail.ru.

Information about the authors

Victoriya A. Olentsevich, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation Work Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk; e-mail: olencevich_va@mail.ru.
Alina A. Elizar'eva, Ph.D. Student of the Department of Operation Work Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk; e-mail: alinka_e.lizarevs@mail.ru.