

Моделирование работы локомотивного комплекса станции стыкования разных систем тока с учетом прироста пропускной и перерабатывающей мощностей для пропуска перспективного поездопотока на инфраструктуре Восточного полигона железных дорог

В.А. Оленцевич✉

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

✉olencevich_va@mail.ru

Резюме

Дефицит тягового подвижного состава в грузовом движении оказывает серьезное негативное влияние на возможности реализации плановых объемов перевозок Восточного полигона железных дорог. Проблемы связаны в том числе и с длительным простоем локомотивов в ремонте. Вопросы нарушения сроков пребывания техники на локомотивном комплексе ОАО «Российские железные дороги» являются актуальными и требуют применения научных подходов для обоснования целесообразности использования методов модернизации и расширения производственных мощностей с целью повышения качества обслуживания и ремонта тягового подвижного состава в условиях колебания грузопотока. В связи с данными факторами в научной статье представлены некоторые результаты анализа существующих размеров движения и проведено моделирование работы локомотивного комплекса станции стыкования разных систем тока с учетом реализации прогнозных значений пропускной и провозной мощностей по инфраструктурному комплексу Восточного полигона железных дорог. Сравнение нормативных и фактических затрат времени оборота локомотивов для выполнения технического обслуживания по родам тока позволило выявить превышение фактических значений простоя по всем технологическим линиям работы локомотивного комплекса. Осуществлен расчет загрузки путей на пунктах технического осмотра локомотивов и выставочных путей железнодорожной станции. Моделирование работы локомотивного комплекса постоянного и переменного тока при существующих и перспективных параметрах поездопотоков проведено за счет построения вариантов суточных планов-графиков функционирования железнодорожной станции. В качестве основных показателей, используемых для расчета технико-экономической эффективности представленного инвестиционного проекта, были взяты: чистый дисконтированный доход, индекс доходности дисконтированных инвестиций, срок окупаемости с учетом дисконтирования.

Ключевые слова

Восточный полигон железных дорог, перспективные размеры движения, тяговый подвижной состав, грузооборот, пропускная и перерабатывающая мощности, моделирование работы локомотивного комплекса, железнодорожная станция стыкования разных систем тока, загрузка инфраструктурного комплекса, чистый дисконтированный доход

Для цитирования

Оленцевич В.А. Моделирование работы локомотивного комплекса станции стыкования разных систем тока с учетом прироста пропускной и перерабатывающей мощностей для пропуска перспективного поездопотока на инфраструктуре Восточного полигона железных дорог / В.А. Оленцевич // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2025. № 2 (86). С. 100–118. DOI 10.26731/1813-9108.2025.2(86).100-118.

Информация о статье

поступила в редакцию: 19.06.2025 г.; поступила после рецензирования: 24.06.2025 г.; принята к публикации: 25.06.2025 г.

Modeling the operation of the locomotive complex of the docking station of different current systems, taking into account the increase in throughput and processing capacities for the passage of prospective train traffic on the Eastern Railway polygon infrastructure

V.A. Olentsevich✉

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

✉olencevich_va@mail.ru

Abstract

The shortage of traction rolling stock in freight traffic has a serious negative impact on the ability to meet the planned volumes of traffic in the Eastern Railway polygon. The problems are related, among other things, to the long downtime of locomotives during repairs. The issues of exceeding the time limits for the maintenance of locomotives at the locomotive complex of Russian Railways are relevant and require the use of scientific approaches to justify the feasibility of modernizing and expanding produc-

tion capacities in order to improve the quality of maintenance and repair of traction rolling stock in the face of fluctuating cargo traffic. In connection with these factors, the scientific article presents some results of the analysis of the existing traffic volumes and the modeling of the operation of the locomotive complex at the junction station of different current systems, taking into account the implementation of the forecast values of the throughput and carriage capacities of the infrastructure complex of the Eastern railway polygon. A comparison of the standard and actual turnover times of locomotives for performing maintenance by type of current was conducted, which allowed for the identification of excess actual downtime values for all technological lines of the locomotive complex. The loading of tracks at locomotive inspection points and exhibition tracks of the railway station was calculated. The operation of the locomotive complex of direct and alternating current was modeled based on the construction of variants of daily work schedules for the railway station, taking into account the existing and future parameters of train traffic. The main indicators used to calculate the technical and economic efficiency of the presented investment project were the net discounted income, the return on discounted investment, and the discounted payback period.

Keywords

Eastern railway polygon, prospective traffic sizes, traction rolling stock, cargo turnover, throughput and processing capacities, simulation of the locomotive complex, railway station for connecting different current systems, loading of the infrastructure complex, net discounted income

For citation

Olentsevich V.A. Modelirovanie raboty lokomotivnogo kompleksa stantsii stykovaniya raznykh sistem toka s uchetom prirosta propusknoi i pererabatyvayushchei moshchnosti dlya propuska perspektivnogo poezdopotoka na infrastrukture Vostochnogo poligona zheleznynykh dorog [Simulation of the operation of the locomotive complex of the docking station of different current systems, taking into account the increase in throughput and processing capacities for the passage of promising train traffic on the infrastructure of the Eastern Railway polygon]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2025. No. 2 (86). Pp. 100–118. DOI: 10.26731/1813-9108.2025.2(86).100-118.

Article Info

Received: June 19, 2025; Revised: June 24, 2025; Accepted: June 25, 2025.

Введение

По итогам первого полугодия 2025 г. грузооборот на Восточном полигоне вырос на 2,6 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и составил порядка 2,6 млн т·км в сутки. Этому способствовало увеличение количества поездов, пропущенных в режиме виртуальной сцепки, на 20,6 % (до 43,3 тыс.), тяжёловесных – на 15,2 % (до 18,6 тыс.), а также соединённых – на 27,9 % (до 5 тыс.). Но есть и негативные факторы. Ограничением для дальнейшего роста объёмов грузоперевозок служит нехватка тягового ресурса на сети железных дорог полигона, что из локальной проблемы стало одной из главных тем обсуждения руководства ОАО «РЖД».

Согласно данным экспертов суммарно за 2024 г. холдинг имел потери объёма грузоперевозок по причине низкого качества обеспечения перевозочного процесса тяговыми ресурсами около 50 млн т. Прогноз потерь на 2025 г. – 52 млн т. Результаты оценки специалистами ОАО «РЖД» потребности в тяговом подвижном составе для реализации прогнозных значений грузопотока с 2025 до 2035 г. выявили необходимость закупки 8,2 тыс. ед. или 680 локомотивов в год [1–3].

В соответствии с установленным планом развития отрасли, холдинг планирует до 2035 г. закупить почти 10 тыс. локомотивов. Именно данный объём позволит компенсировать текущее выбытие единиц техники и создать достаточный парк для железнодорожных перевозок с учетом планируемого роста грузооборота. При формировании базовых значений помодельного плана закупок в отдельные годы для реализации конкретных потребностей определенных полигонов и эксплуатационных локомотивных депо рассматривается как серийный тяговый подвижной состав, так и инновационные серии электропоездов и тепловозов различных типов, разработанные для успешной реализации специализированных задач и особых условий эксплуатации. Инновационные локомотивы учитывают принципиально новые требования к работе и должны обладать эффектами, связанными с более экономичной эксплуатацией и ремонтом, высокой надежностью, оптимальной производительностью, обеспечивать беспрепятственное вождение поездов большой массы и длинносоставности, быть простыми и удобными в эксплуатации и обслуживании. Сегодня локомотивы «старых» серий рассредоточены по всему инфраструктурному комплексу железнодорожной транспортной системы, а акцент на

закупку новых планируется в большей степени для нужд предприятий Восточного полигона железных дорог [1–4].

Оценки экспертов показали, что потребность в тяговом подвижном составе различных мощностей и модификаций к 2035 г. достигнет почти 10 тыс. ед. При этом прогнозируется дефицит в 1,5 тыс. ед. данной техники к 2030 г. [1–5].

Не позволяют стабилизировать ситуацию с движением грузовых поездов в соответствии с расписанием нерешенные вопросы по обеспечению заданного уровня надежности, качеству ремонта и своевременной выдачи поездных локомотивов под график движения поездов [5–9].

Объектом исследования является локомотивный комплекс железнодорожной станции Восточного полигона, предметом исследования – схема, технология работы и перерабатывающая способность локомотивного комплекса станции.

Цель научного исследования, представленного в данной статье, заключается в технической и экономической оценке реконструктивных мероприятий на инфраструктуре объекта исследования путем проведения моделирования технологии работы локомотивного комплекса станции стыкования разных систем тока в условиях колебания пропускной и провозной мощностей для пропуска перспективного поездопотока.

Проблемы эффективной работы локомотивного комплекса Восточного полигона железных дорог

Проведенный анализ расчетных показателей позволил сделать вывод, что для бесперебойной реализации фактического объема грузооборота имеющегося количества тягового подвижного состава достаточно. Какого-либо дефицита не наблюдается. При этом по факту производства эксплуатационной работы по некоторым направлениям движения он присутствует и составляет значительную величину. Данная тенденция связана с тем, что часть локомотивов направляется для производства ремонта гораздо раньше установленных нормативных сроков. Также есть определенные проблемы с обеспечением потребностей локомотивов бригадами [1, 5–9].

В результате схождения ряда технических и организационных факторов на некоторых дорогах, входящих в состав Восточного полигона, сегодня наблюдается дефицит локомотивной тяги, не обеспечиваются заданные параметры графиков движения поездов.

Ключевые параметры обеспечения потребности локомотивов, в том числе электропоездов и тепловозов, а также локомотивных бригад для реализации грузопотока 2025 г. в объеме 166 млн т представлены на рис. 1–3 [1, 3, 4, 8].

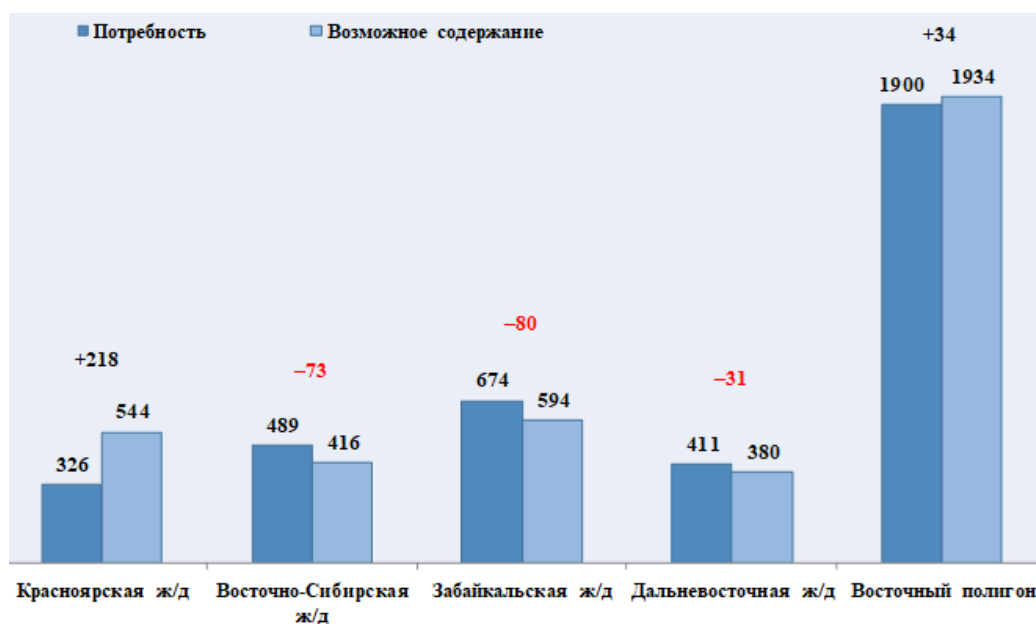


Рис. 1. Потребность электропоездов эксплуатируемого парка
Fig. 1. Demand for electric locomotives in the operating fleet

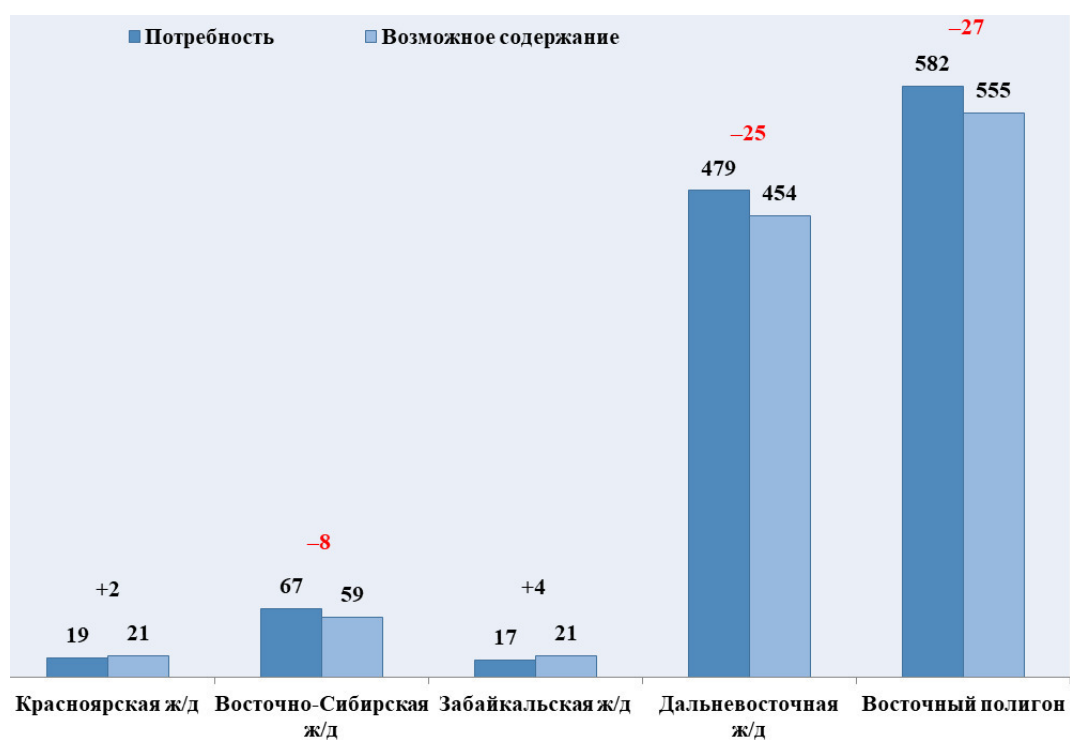


Рис. 2. Потребность тепловозов эксплуатируемого парка
Fig. 2. Demand for diesel locomotives in the operating fleet

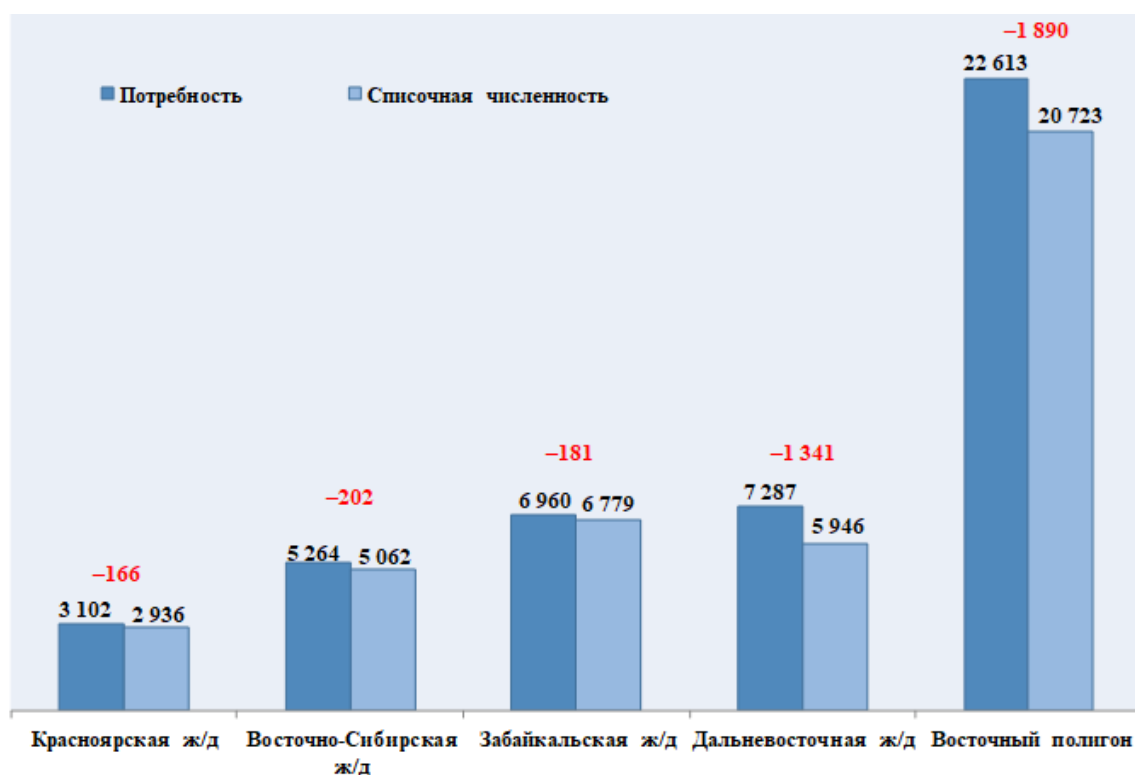


Рис. 3. Укомплектование локомотивными бригадами
Fig. 3. Staffing of locomotive crews

В результате проведенного исследования ключевых параметров обеспечения потребности локомотивов и локомотивных бригад для реализации установленной величины грузопотока 2025 г. на Восточном полигоне железных дорог выявлен ряд проблем в работе локомотивного комплекса.

1. Износ и старение рабочего парка тягового подвижного состава. Согласно технологии работы железнодорожной транспортной системы, значительная доля локомотивов эксплуатируется длительное время, что приводит к их естественному физическому и моральному износу. Многие единицы тягового подвижного состава устарели технологически и не соответствуют современным требованиям по обеспечению уровня энергоэффективности, экологичности и производительности.

2. Недостаточное обновление парка. Российские производители не всегда успевают удовлетворить потребности ОАО «РЖД» в новых локомотивах. Закупка новых машин требует значительных инвестиций, которые могут быть ограничены бюджетом компании. Если российский рынок не будет закрываться в части локомотивостроительных заводов, то вполне возможно появление новых игроков из-за рубежа. Это, конечно же, в первую очередь Китай.

3. Проблемы с ремонтом и обслуживанием. Ремонтные депо перегружены, что приводит к увеличению времени простоя локомотивов. Дефицит запчастей, особенно для устаревших моделей, может увеличивать время нахождения в ремонте.

4. Организационные и управленческие проблемы. Локомотивы используются нерационально, например, из-за неправильного планирования поездной работы или из-за иных факторов, вызывающих сбой в движении поездов.

5. Внешние факторы. В условиях санкционной политики возникают трудности с поставкой импортных комплектующих или технологий, а также запасных частей и некоторого оборудования.

6. Человеческий фактор. Дефицит квалифицированного персонала, обладающего необходимыми профессиональными навыками, негативно отражается на существующих процессах ремонта локомотивов.

7. Экономические факторы. Рост цен на энергоносители, материалы и комплектующие

ограничивает возможности для ремонта и модернизации существующего парка [3, 7–10].

Таким образом, проведенные исследования показали, что одним из сдерживающих факторов развития Восточного полигона железных дорог, основной задачей которого до 2030 г. является увеличение пропускной и провозной мощностей, является наличие ограничений в работе локомотивных комплексов железнодорожных станций стыкования разных систем тока [3, 9–12]. В связи с перечисленными факторами проведен анализ работы одного наиболее крупного из них, расположенного на железнодорожной станции *М*.

Анализ работы локомотивного комплекса железнодорожной станции стыкования разных систем тока

Наиболее значимой на данном направлении движения является железнодорожная станция *М*, расположенная на границе участков *Т – М* и *М – А-1* Восточного полигона и обеспечивающая бесперебойную работу двух его наиболее грузонапряженных железных дорог *К* и *3-С*.

Роль станции заключается в обеспечении беспрепятственного пропуска транзитного поездопотока между *К* и *3-С* железными дорогами. Станция обслуживает локомотивный комплекс стыкования разных систем тока, смена локомотивов производится у всех поездов. Локомотивный комплекс станции обслуживает следующие тяговые плечи: *М – К*, протяженность 2 581 км; *М – И – С*, протяженность 1 464 км; *М – Т*, протяженность 805 км. Выполняет техническое обслуживание в объеме ТО-2 для локомотивов постоянного и переменного тока. Установленная мощность сервисного участка (согласно паспортным характеристикам) при равномерном подходе локомотивов для производства ТО-2 на локомотивный комплекс станции представлена в табл. 1 [1, 13–17].

Максимально железнодорожная станция пропускает до 80 пар поездов в сутки, в том числе 12 пар пассажирских поездов и 64 пары грузовых [1].

На основе размеров выполнения программы ремонта грузовых локомотивов по циклу ТО-2 в 2024 г. можно определить их процентное соотношение в среднем в год (рис. 4) [1, 7, 9].

Таблица 1. Мощность сервисного участка при равномерном подходе локомотивов

Table 1. Service section capacity with uniform approach of locomotives

Серия локомотивов Series of locomotives	Количество ремонтных позиций Number of repair positions	Длина ремонтных позиций Length of repair positions	Мощность позиций пункта технического обслуживания локомотивов, ед. в год Capacity of Locomotive Maintenance Facility Positions, units per year	Мощность позиций пункта технического обслуживания локомотивов, ед. в сутки Capacity of Locomotive Maintenance Facility Positions, units per day
ВЛ80 в/и, ВЛ85, ЭС5к в/и	5	240	70 092	71
ВЛ60 в/и, ЭП1 в/и, ТЭМ в/и, ТЭ10 в/и	1	48	5 183	14

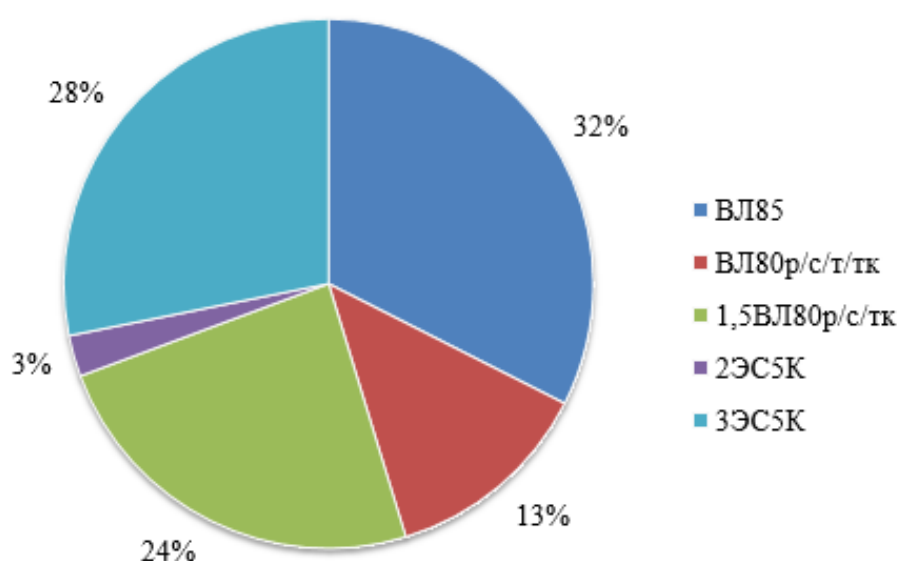


Рис. 4. Распределение грузовых локомотивов по сериям

Fig. 4. Distribution of freight locomotives by series

На основе диаграммы (см. рис. 4) можно сделать вывод, что высокая частота поступления в локомотивный комплекс станции *М* у трех серий локомотивов: ВЛ85, 3ЭС5К и 1,5ВЛ80р/с/тк.

Нормативные и среднегодовые фактические затраты времени оборота локомотивов с заходом на пункт технического обслуживания локомотивов (ПТОЛ) для выполнения операций по техническому обслуживанию в объеме ТО-2 с разбивкой по элементам технологического цикла для локомотивов постоянного и переменного тока представлены в табл. 2 [1, 7, 9].

Исходя из расчетных параметров движения поездов в месяц максимального объема перевозок, на локомотивный комплекс для производства технологических операций поступают:

– с четного перегона *М – А*: 64 грузовых локомотива (52 локомотива серии 2ЭС6, 12 локомотивов серии ВЛ10); 12 пассажирских локомотивов из пассажирского парка – все локомотивы серии ЭП2К; 2 электропоезда серии ЭД4 из пассажирского парка;

– с нечетного перегона *М – П*: 64 грузовых локомотива (20 локомотив серии ВЛ85, 18 локомотивов 3ЭС5К, 16 локомотивов 1,5ВЛ80р/с/тк, 8 локомотивов серии ВЛ80р/с/т/тк, 2 локомотива серии 2ЭС5К); 8 пассажирских локомотивов из пассажирского парка – все локомотивы серии ЭП1.

На основании выполненного анализа норм простоя локомотивов в локомотивном комплексе по элементам произведено сравнение его нормативных значений на каждой технологиче-

ской линии с фактическим значением. Анализ показал превышение фактических значений простоя по всем технологическим линиям работы локомотивного комплекса станции М.

У всех грузовых поездов производится смена поездного локомотива, маршруты смены поездных локомотивов представлены на рис. 5.

Таблица 2. Нормативные и фактические затраты времени оборота локомотивов для выполнения ТО-2

Table 2. Standard and actual turnaround time costs of locomotives for performing TO-2

Затраты времени Cost time	Серия локомотива Series locomotive	Простой под технологическими операциями, ч Downtime for technological operations, h						
		От прибытия до начала операций в контрольном пункте From arrival to commencement of operations at the checkpoint	От начала операций в контрольном пункте до начала ТО-2 From the start of operations at the checkpoint to the start of TO-2	На ТО-2 At TO-2	От ТО-2 до начала операций в контрольном пункте From TO-2 to the beginning operations at the checkpoint	В целом по локомотивному комплексу Generally by locomotive complex	От начала операций в контрольном пункте до отправления From the beginning operations at the checkpoint before departure	Оборот локомотива Turnover locomotive
Нормативные Regulatory	Для локомотивов постоянного тока For DC locomotives							
	ЭП2К	0,3	0,76	0,5	0,65	1,91	0,91	2,82
	ВЛ10, ВЛ10Т/У	0,3	0,76	1,3	0,65	2,71	0,91	3,92
	2ЭС6	0,3	0,61	1	0,65	2,26	0,91	3,47
	Для локомотивов переменного тока For AC locomotives							
	Грузовой Cargo	0,35	0,6	1,5	0,7	2,8	1,16	4,31
	Пассажирский Passenger	0,35	0,6	1,0	0,7	2,3	1,16	3,81
Фактические (среднее за год) Actual (annual average)	Для локомотивов постоянного тока For DC locomotives							
	ЭП2К	0,77	1,07	0,65	1,51	3,22	2,01	6,00
	ВЛ10, ВЛ10Т/У	0,87	1,04	1,33	0,98	3,35	1,01	5,23
	2ЭС6	0,94	1,07	1,08	0,98	3,13	0,97	5,04
	Для локомотивов переменного тока For AC locomotives							
	ЭП1	0,53	1,46	1,34	1,85	4,66	1,33	6,51
	ВЛ85	0,55	1,45	1,36	1,64	4,45	1,28	6,29
	ВЛ80	0,52	1,45	1,32	2,04	4,82	1,36	6,70
	1,5ВЛ80	0,52	1,43	1,30	1,90	4,63	1,36	6,51
	2ЭС5К	0,59	1,51	1,22	2,55	5,29	1,38	7,25
	3ЭС5К	0,69	1,36	1,42	2,38	5,17	1,25	7,10

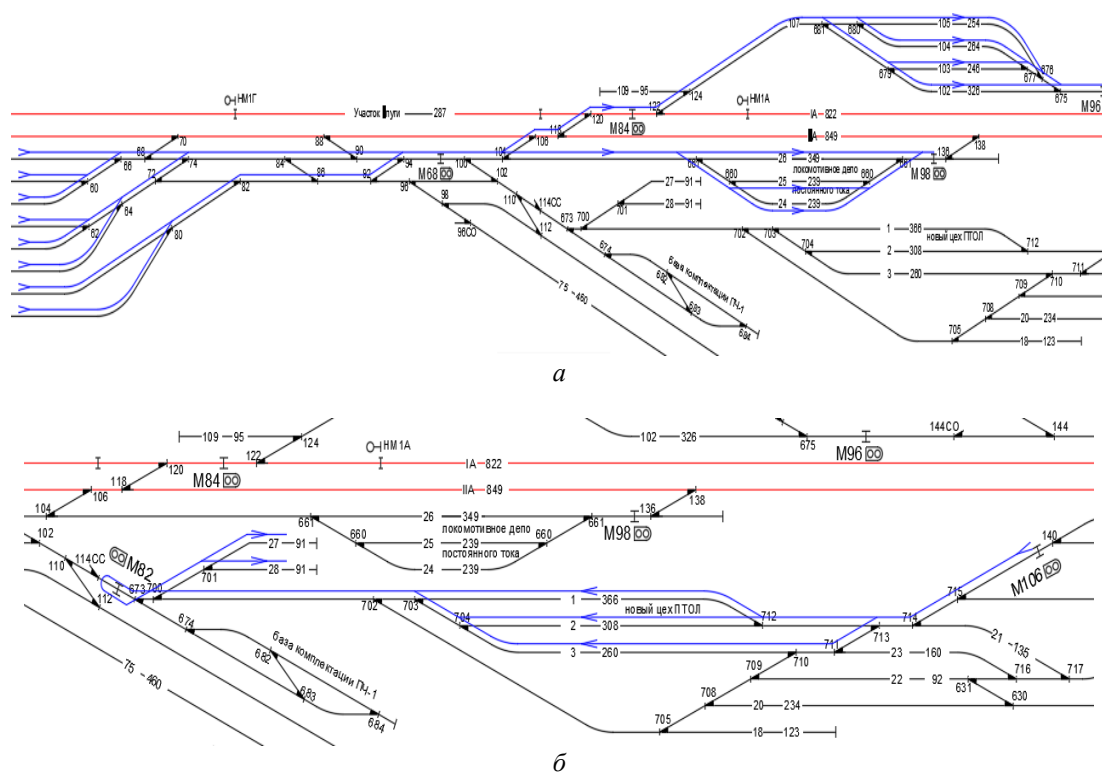


Рис. 5. Схемы продвижения локомотивов:

а – в депо постоянного тока; б – в депо переменного тока

Fig. 5. Locomotive route diagrams:

а – to the DC depot; б – to the AC depot

Моделирование работы локомотивного комплекса постоянного и переменного токов осуществляется на основе времени поступления поездных локомотивов в локомотивный комплекс станции. В ходе моделирования необходимо учитывать затраты времени на следующие операции:

- заезд поездного локомотива в депо;
- сдача локомотива поездной бригадой машинисту прогрева;
- постановка поездного локомотива в депо;
- выполнение ТО-2;
- уборка локомотива из депо, заключительные операции;
- перестановка локомотива на пути отстоя;
- прием готового к отправлению локомотива поездной бригадой и его следование на станцию [1, 18–20].

Моделирование работы локомотивного комплекса постоянного и переменного тока при существующих размерах движения осуществляется в соответствии с суточным планом-графиком работы локомотивного комплекса в целом. На его основе определены показатели,

значение которых представлено в табл. 3 [1, 18].

С целью более точной оценки результатов работы объекта исследования по итогам моделирования необходимо рассчитать следующие показатели работы локомотивного комплекса:

- загрузка путей ПТОЛ;
- загрузка выставочных путей.

Расчет загрузки выполняется для следующих условий функционирования:

- пути ПТОЛ № 1, 2 и 3 имеют вместимость по два локомотива на каждом пути – по количеству смотровых канав;
- перед цехом может размещаться по два трехсекционных локомотива на каждом пути;
- за цехом могут размещаться трехсекционные локомотивы – на пути № 1 и 2 по два, на пути № 3 – один;
- выставочные пути имеют следующую вместимость трехсекционных локомотивов: пути № 21, 27, 28 – два, путь № 22 – пять, путь № 23 – три [1, 18].

Результаты расчета загрузки путей ПТОЛ и выставочных путей представлена в табл. 4.

Таблица 3. Показатели работы локомотивного комплекса

Table 3. Performance indicators of the locomotive complex

Показатель Indicator	Значение, час Value, hour	
	Нормативное Normative	Фактическое Actual
<i>Локомотивный комплекс постоянного тока</i> <i>DC locomotive complex</i>		
Количество локомотивов, поступивших в локомотивный комплекс, в том числе Number of locomotives received by the locomotive complex, including:		
– пассажирские локомотивы passenger locomotives	–	12
– грузовые локомотивы freight locomotives	–	64
Количество локомотивов, прошедших ТО-2, в том числе Number of locomotives that passed TO-2, including:		
– пассажирские локомотивы passenger locomotives	–	5
– грузовые локомотивы freight locomotives	–	5
Среднее время оборота локомотивов, ч Average locomotive turnaround time, h:		
– пассажирские локомотивы серии ЭП2К passenger locomotives of the EP2K series	2,82	4,72
– грузовые локомотивы, в том числе серии freight locomotives, including the following series:		
ВЛ10	3,92	4,51
2ЭС6	3,47	4,39
<i>Локомотивный комплекс переменного тока</i> <i>AC locomotive complex</i>		
Количество локомотивов, поступивших в локомотивный комплекс, в том числе Number of locomotives received by the locomotive complex, including:		
– пассажирские локомотивы passenger locomotives	–	12
– грузовые локомотивы freight locomotives	–	64
Количество локомотивов, прошедших ТО-2, в том числе Number of locomotives that passed TO-2, including:		
– пассажирские локомотивы passenger locomotives	–	7
– грузовые локомотивы freight locomotives	–	35
Среднее время оборота локомотивов, ч Average locomotive turnaround time, h:		
– пассажирские локомотивы серии ЭП1 passenger locomotives of the EP1 series	3,81	5,76
– грузовые локомотивы, в том числе серии freight locomotives, including the following series:		
ВЛ85	4,31	4,84
3ЭС5К	4,31	5,36
1,5ВЛ80	4,31	5,13
ВЛ80	4,31	4,75
2ЭС5К	4,31	4,52

Таблица 4. Загрузка путей на пунктах технического осмотра локомотивов и выставочных путей**Table 4.** Loading tracks at locomotive inspection stations and exhibition tracks

Путь Track	Время занятия, мин Loading time, min	Загрузка, % Loading, %
Путь № 1 (ПТОЛ), при этом Track No 1 (PTOL), in this case: один локомотив на пути one locomotive on the track два локомотива на пути two locomotives on the track	1 157 442 727	80,3 — —
Путь № 2 (ПТОЛ), при этом Track No 2 (PTOL), in this case: один локомотив на пути one locomotive on the track два локомотива на пути two locomotives on the track	1 214 478 736	84,3 — —
Путь № 3 (ПТОЛ), при этом Track No 3 (PTOL), in this case: один локомотив на пути one locomotive on the track два локомотива на пути two locomotives on the track	1 388 746 642	96,4 — —
Путь № 21 (выставочный), при этом Track No 21 (exhibition), in this case: один локомотив на пути one locomotive on the track два локомотива на пути two locomotives on the track	1 301 468 833	90,3 — —
Путь № 22 (выставочный), при этом Track No 22 (exhibition), in this case: один локомотив на пути one locomotive on the track два локомотива на пути two locomotives on the track три локомотива на пути three locomotives on the track четыре локомотива на пути four locomotives on the track пять локомотивов на пути five locomotives on the track	1 416 216 397 384 310 109	98,3 — — — — —
Путь № 23 (выставочный), при этом Track No 23 (exhibition), in this case: один локомотив на пути one locomotive on the track два локомотива на пути two locomotives on the track три локомотива на пути three locomotives on the track	1 239 90 659 490	86,0 — — —
Путь № 27 (выставочный), при этом Track No 27 (exhibition), in this case: один локомотив на пути one locomotive on the track два локомотива на пути two locomotives on the track	1 058 1 025 33	73,5 — —
Путь № 28 (выставочный), при этом Track No 28 (exhibition), in this case: один локомотив на пути one locomotive on the track два локомотива на пути two locomotives on the track	944 944 0	65,6 — —

По результатам моделирования работы локомотивного комплекса постоянного тока определено среднее время оборота по станции для локомотивов серии: ЭП2К – 4,72 ч (превышает норму на 1,90 ч); ВЛ10 – 4,51 ч (превышает норму на 0,59 ч); 2ЭС6 – 4,39 ч (превышает норму на 0,92 ч).

По данным табл. 4 составлена сравнительная характеристика загрузки путей ПТОЛ и выставочных путей соответственно (рис. 6).

Сравнительная характеристика ПТОЛ указывает на высокую загрузку путей хотя бы одним локомотивом, которая составляет в среднем 87 %. При этом загрузка путей ПТОЛ

при максимальном количестве локомотивов в среднем – 56,6 %. Сравнительная характеристика загрузки выставочных путей № 21–23 показывает их высокую загрузку – 91,5 %. Загрузка путей № 27, 28 одним локомотивом в среднем составляет 69,6 % при вместимости, равной двум локомотивам. За счет того, что данные пути являются тупиковыми, на них не ставят два локомотива одновременно.

Исходя из результатов выполненного анализа загрузки выставочных путей можно сделать вывод, что путевого развития локомотивного комплекса при существующих размерах движения недостаточно.

Согласно [1, 2, 21, 22] тенденция развития железнодорожного транспорта до 2030 г. предусматривает специализацию Восточного полигона на контейнерных и пассажирских пе-

ревозках в большей мере. Перспективные размеры движения по станции M на 2030 г. представлены на рис. 7.

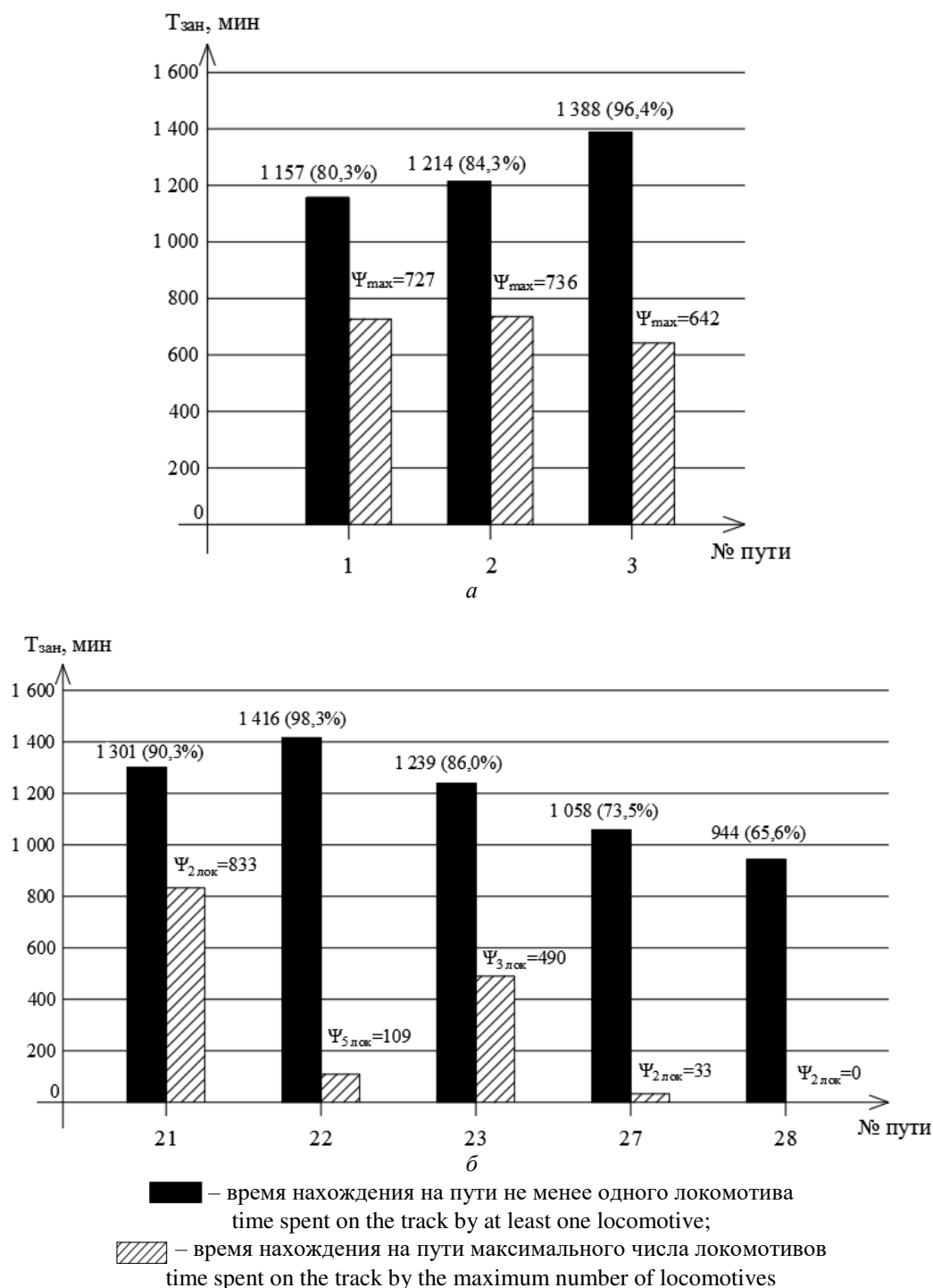


Рис. 6. Сравнительная характеристика загрузки инфраструктурного комплекса:
 a – пути пункта технического обслуживания локомотивов; $б$ – выставочные пути

Fig. 6. Comparative characteristics of infrastructure complex utilization:
 a – locomotive maintenance yard tracks; $б$ – exhibition tracks

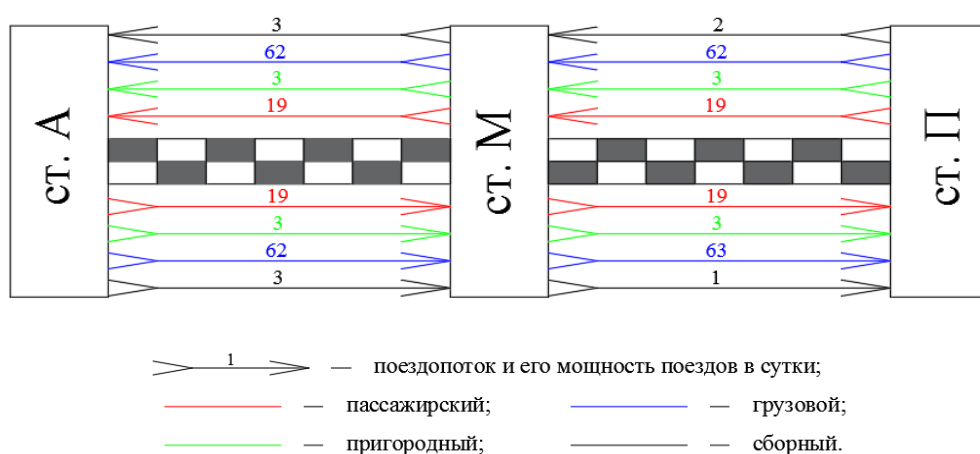


Рис. 7. Перспективные среднесуточные поездопотоки станции на 2030 г.

Fig. 7. Projected average daily train traffic at the station in 2030

Таким образом, с целью эффективного развития и организации бесперебойной работы объекта исследования при увеличении размеров движения на 30 % необходимо предусмотреть сооружение дополнительных выставочных путей.

Моделирование работы локомотивного комплекса на перспективные объемы работы

Для развития и оптимальной работы станции при увеличении размеров движения требуется предусмотреть дополнительные выставочные пути. Укладка новых путей позволит переставлять большее количество локомотивов в ожидании отправления со станции, что сократит загрузку путей ПТОЛ и уменьшит затраты времени на перестановку локомотивов после прохождения ТО-2 на пути западного парка.

Реконструкция локомотивного комплекса предусматривает реализацию групп мероприятий.

1. Строительство выставочных путей № 201–204, предназначенных для отстоя локомотивов после выхода из депо. Выполненное моделирование работы локомотивного комплекса показало, что в настоящее время из-за отсутствия указанных путей возникает необходимость перестановки локомотивов после выполнения ТО-2 на пути № 21–23, которые являются продолжением путей ПТОЛ. При этом все передвижения производятся с угловыми заездами, в том числе с выполнением технологических операций по смене кабины управления локомотивом. В связи с этим возникают дополнительные

простои и излишние пробеги локомотивов по инфраструктуре локомотивного комплекса.

Строительство указанных путей позволит обеспечить поточность пропуска локомотивов в локомотивном комплексе переменного тока. В частности, после выполнения операции по ТО-2 и экипировке локомотивов в депо, будет производиться их уборка на проектируемые пути с последующей подачей на пути западного парка станции, подача на пути четного парка станции будет производиться с путей № 21–23.

2. Строительство соединительного пути между стрелками № 727 и 714, реконструкция выставочных путей № 21–23.

3. Укладка проектируемых выставочных путей на существующей площадке между стрелками № 102 и 700. Укладка выставочных путей предусматривает демонтаж участка пути между стрелками № 673 и 700, что позволяет сократить время следования локомотивов из ПТОЛ на пути западного парка.

4. Для укладки проектируемого участка пути между стрелками № 727 и 714 предусматривается демонтаж участков пути между стрелками № 714 и 622, № 714 и 140. Данные мероприятия позволят следовать поездным локомотивам с путей № 19, 21, 23 нечетного парка станции на пути № 1–3 ПТОЛ. Укладка путей предусмотрена рельсами Р65, укладка стрелочных переводов произведена маркой М 1/9, планируется их централизация. Прямые вставки между стрелочными переводами предусмотрены по нормам для прочих путей – 6,25 м [1, 18, 21].

Реализация данного мероприятия предусматривает, чтобы до реконструкции локомо-

тивного комплекса станции выполнить реконструкцию нечетного парка, в том числе предусмотреть возможность использования для пропуска транзитных поездов путей № 19, 21, 23 (которые станут приемоотправочными). Таким образом, возникнет необходимость обеспечения уборки поездных локомотивов с указанных путей на пути № 1–3 локомотивного депо. Предусмотренные реконструктивные мероприятия позволят обеспечить реализацию технологии работы станции с учетом ее рекон-

струкции по другим этапам развития согласно генеральной схеме развития Восточного полигона железных дорог.

Указанное количество путей обосновано результатами моделирования работы локомотивного комплекса (табл. 5). Расчет загрузки путей ПТОЛ и выставочных путей представлен в табл. 6 [1, 18, 21]. На рис. 8 сравнительная характеристика загрузки путей ПТОЛ и выставочных путей соответственно.

Таблица 5. Показатели работы локомотивного комплекса с учетом модернизации
Table 5. Performance indicators of the locomotive complex taking into account modernization

Показатель	Значение, час.	
	нормативное	фактическое
<i>Локомотивный комплекс постоянного тока</i>		
Количество локомотивов, поступивших в локомотивный комплекс, в том числе Number of locomotives received by the locomotive complex, including:	–	19
– пассажирские локомотивы passenger locomotives	–	64
– грузовые локомотивы freight locomotives		
Количество локомотивов, прошедших ТО-2, в том числе Number of locomotives that passed TO-2, including:	–	6
– пассажирские локомотивы passenger locomotives	–	5
– грузовые локомотивы freight locomotives		
Среднее время оборота локомотивов, ч Average locomotive turnaround time, h:		4,96
– пассажирские локомотивы серии ЭП2К passenger locomotives of the EP2K series	2,82	
– грузовые локомотивы, в том числе серии freight locomotives, including the following series:		
ВЛ10	3,92	4,31
2ЭС6	3,47	4,03
<i>Локомотивный комплекс переменного тока</i>		
Количество локомотивов, поступивших в локомотивный комплекс, в том числе Number of locomotives received by the locomotive complex, including:	–	19
– пассажирские локомотивы passenger locomotives	–	64
– грузовые локомотивы freight locomotives		
Количество локомотивов, прошедших ТО-2, в том числе Number of locomotives that passed TO-2, including:	–	9
– пассажирские локомотивы passenger locomotives	–	35
– грузовые локомотивы freight locomotives		
Среднее время оборота локомотивов, ч Average locomotive turnaround time, h:		
– пассажирские локомотивы серии ЭП1	3,81	5,25

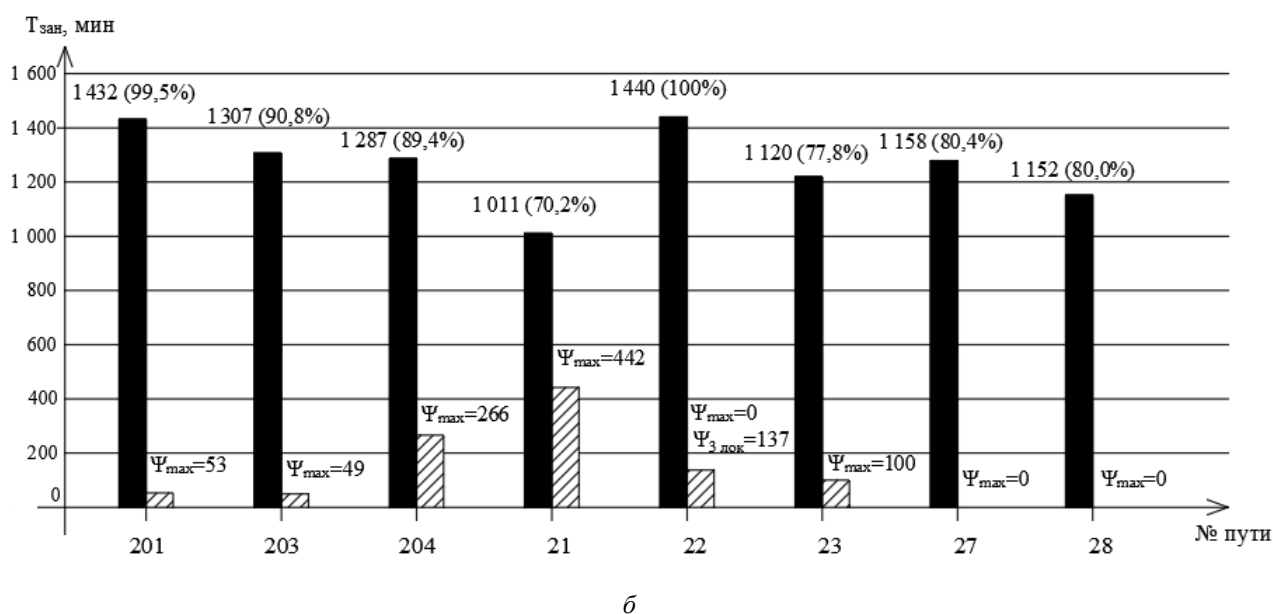
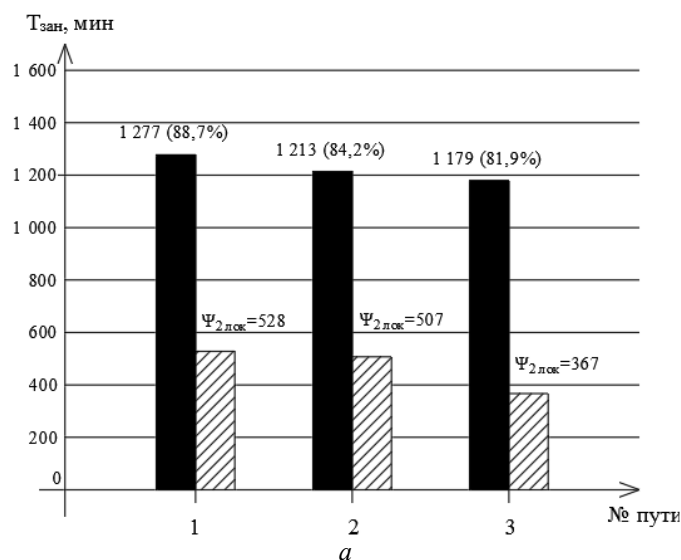
passenger locomotives of the EP1 series		
– грузовые локомотивы, в том числе серии		
freight locomotives, including the following series:		
ВЛ85	4,31	3,28
ЗЭС5К	4,31	3,91
1,5ВЛ80	4,31	3,65
ВЛ80	4,31	3,23
ЗЭС5К	4,31	3,51

Таблица 6. Загрузка путей пункта технического обслуживания локомотивов и выставочных путей
с учетом модернизации локомотивного комплекса

Table 6. Loading of locomotive maintenance and exhibition tracks
taking into account the modernization of the locomotive complex

Путь	Время занятия, мин	Загрузка, %
Путь № 1 (ПТОЛ), при этом Track No 1 (PTOL), in this case:	1 277	88,7
один локомотив на пути one locomotive on the track	749	–
два локомотива на пути two locomotives on the track	528	–
Путь № 2 (ПТОЛ), при этом Track No 2 (PTOL), in this case:	1 213	84,2
один локомотив на пути one locomotive on the track	706	–
два локомотива на пути two locomotives on the track	507	–
Путь № 3 (ПТОЛ), при этом Track No 3 (PTOL), in this case:	1 179	81,9
один локомотив на пути one locomotive on the track	812	–
два локомотива на пути two locomotives on the track	367	–
Путь № 201 (выставочный), при этом Track No 201 (exhibition), in this case:	1 432	99,5
один локомотив на пути one locomotive on the track	311	–
два локомотива на пути two locomotives on the track	550	–
три локомотива на пути three locomotives on the track	518	–
четыре локомотива на пути four locomotives on the track	53	–
Путь № 203 (выставочный), при этом Track No 203 (exhibition), in this case:	1 307	90,8
один локомотив на пути one locomotive on the track	323	–
два локомотива на пути two locomotives on the track	539	–
три локомотива на пути three locomotives on the track	396	–
четыре локомотива на пути four locomotives on the track	49	–
Путь № 204 (выставочный), при этом Track No 204 (exhibition), in this case:	1 287	89,4
один локомотив на пути one locomotive on the track	315	–
два локомотива на пути two locomotives on the track	706	–
три локомотива на пути three locomotives on the track	266	–
Путь № 21 (выставочный), при этом Track No 21 (exhibition), in this case:	1 011	70,2
один локомотив на пути one locomotive on the track	569	–
два локомотива на пути two locomotives on the track	442	–
Путь № 22 (выставочный), при этом Track No 22 (exhibition), in this case:	1 440	100
один локомотив на пути one locomotive on the track	643	–
два локомотива на пути two locomotives on the track	660	–
три локомотива на пути three locomotives on the track	137	–
четыре локомотива на пути four locomotives on the track	–	–
пять локомотивов на пути five locomotives on the track	–	–
Путь № 23 (выставочный), при этом Track No 23 (exhibition), in this case:	1 120	77,8
один локомотив на пути one locomotive on the track	849	–
два локомотива на пути two locomotives on the track	171	–
три локомотива на пути three locomotives on the track	100	–

Путь № 27 (выставочный), при этом Track No 27 (exhibition), in this case:	1 158	80,4
один локомотив на пути one locomotive on the track	1 158	–
два локомотива на пути two locomotives on the track	–	–
Путь № 28 (выставочный), при этом Track No 28 (exhibition), in this case:	1 152	80,0
один локомотив на пути one locomotive on the track	1 152	–
два локомотива на пути two locomotives on the track	–	–



■ – время нахождения на пути не менее одного локомотива
time spent on the track by at least one locomotive;

▨ – время нахождения на пути максимального числа локомотивов
time spent on the track by the maximum number of locomotives

Рис. 8. Сравнительная характеристика загрузки инфраструктурного комплекса с учетом модернизации:

а – пути пункта технического обслуживания локомотивов; б – выставочные пути

Fig. 8. Comparative characteristics of the infrastructure complex's loading, taking into account modernisation:

а – tracks of the locomotive maintenance centre; б – exhibition tracks

Примененные реконструктивные мероприятия вызвали сокращение простоя локомотивов в локомотивном комплексе, а также снижение загрузки существующих выставочных путей № 21–23.

Расчет экономической эффективности проекта произведен методом динамического моделирования денежных потоков.

Показатели и критерии эффективности проекта

В качестве основных показателей, используемых для расчета экономической эффективности данного инвестиционного проекта, использовались: чистый дисконтированный доход (ЧДД, *NPV*); индекс доходности дисконтированных инвестиций (ИДД, *DPI*); срок окупаемости с учетом дисконтирования ($T_{ок}$, *DPP*).

Результаты расчета показателей экономической эффективности приведены в табл. 7.

Таким образом, по показателям ЧДД и ИДД представленный проект можно признать экономически эффективным. По показателю

срока окупаемости вывод об экономической целесообразности инвестирования в данный проект делает инвестор.

На рис. 9 представлен график изменения ЧДД согласно рассчитанным по итогам моделирования технико-экономическим параметрам данного проекта [1, 21–24].

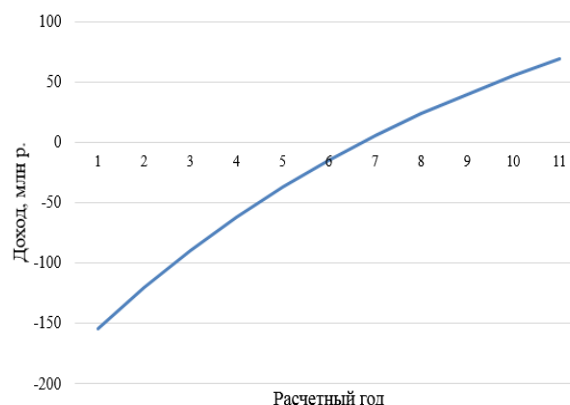


Рис. 9. График изменения чистого дисконтированного дохода

Fig. 9. Graph of changes in net present value

Таблица 7. Показатели экономической эффективности проекта

Table 7. Project economic efficiency indicators

Показатель Indicator	Значение показателя Value of the indicator	Критерий экономической эффективности Economic criterion efficiency	Результаты Results
Инвестиционные затраты по проекту, млн руб. Investment costs according to the project, million rub.	154,23	—	—
Ставка дисконтирования, % Discount rate, %	1,1	—	—
Чистый дисконтированный доход (ЧДД, <i>NPV</i>) за 11 лет, млн руб. Net present value (<i>NPV</i>) for 11 years, million rub.	68,78	ЧДД (<i>NPV</i>) > 0	Проект эффективен The project is effective
Дисконтированный срок окупаемости инвестиций (<i>DPP</i>), лет Discounted term return on investment (<i>DPP</i>), years	6,73	$DPP < \text{величины допустимого инвестором срока окупаемости инвестиций}$	Зависит от допустимого инвестором срока окупаемости инвестиций Depends on the term allowed by the investor return on investment
Индекс доходности дисконтированных инвестиций (ИДД, <i>DPI</i>) за 11 лет Discounted Investment Profit Index (<i>DPI</i>) in 11 years	1,81	ИДД (<i>DPI</i>) > 1	Проект эффективен

ИДД за 11 лет составил 1,81. Это значит, что на конец одиннадцатого года от начала реализации проекта на каждый вложенный рубль инвестор уже получил 0,81 руб. прибыли.

Заключение

Предложенные реконструктивные мероприятия вызовут сокращение простоя локомотивов в локомотивном комплексе, а также снижение загрузки существующих выставочных путей № 21–23.

Расчет экономической эффективности проекта производился методом динамического моделирования денежных потоков, в результате

чего было выяснено, что величина потребных инвестиций составила 154,23 млн руб. Суммарные эксплуатационные издержки на содержание новых элементов инфраструктурного комплекса с учетом увеличения их загрузки на 20 % за 11 лет от начала реализации проекта составляют 15,30 млн руб. ЧДД за 11 лет – 68,78 млн руб.

Таким образом, по показателям ЧДД и ИДД проект можно признать экономически эффективным. Дисконтированный срок окупаемости инвестиций – шесть лет девять месяцев.

Список литературы

1. Российские железные дороги // ОАО «РЖД» : офиц. сайт. URL : <http://www.rzd.ru> (Дата обращения 11.06.2025).
2. Социально-экономические механизмы на транспорте / Е.Л. Андреевна, Н.А. Анисимова, Н.А. Афанасьева и др. Красноярск : КРИЖТ, 2025. 239 с.
3. 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. Доступ из справ.-прав. системы КонсультантПлюс в локал. сети.
4. Аналитические материалы к «Правительственному часу» в Государственной Думе 13 марта 2024 года : о перспективах развития железнодорожного транспорта // Библиотечные и архивные ресурсы Государственной Думы : сайт. URL : https://parlib.duma.gov.ru/common/upload/document_pravchas/gh13032024_s.pdf (Дата обращения 11.06.2025).
5. РЖД болеют за 10 тысяч локомотивов // Vgudok : сайт. URL : <https://vgudok.com/lenta/rzhd-boleyut-za-10-tysyach-lokomotivov-deficit-manevrovyh-mashin-nehvatka-mashinistov-ten> (Дата обращения 10.06.2025).
6. РЖД снова не хватает исправных локомотивов // Дзен : сайт. URL : <https://dzen.ru/a/Z647pnZEshaRuJZ1> (Дата обращения 10.06.2025).
7. Движущая сила РЖД // Гудок : сайт. URL : <https://vgudok.ru/newspaper/?ID=1675726&ysclid=mf7tgb1xp4437474993ten> (Дата обращения 09.06.2025).
8. Тарасова О.В., Урина У.С., Горюшкина Е.А. Оценка вариантов использования мощностей Восточного полигона // Проблемы прогнозирования. 2025. № 2 (209). С. 167–179.
9. Оленцевич В.А., Власова Н.В. Вопросы моделирования работы локомотивного комплекса с целью обоснования возможности освоения перспективных грузопотоков на восточном направлении страны // Постсоветский материк. 2025. № 3 (47). С. 70–84.
10. Чумакина А.Е., Черткова Е.Е., Асташков Н.П. Анализ факторов, оказывающих влияние на показатели эксплуатационной работы Восточного полигона железных дорог // Профессия инженер : сб. ст. XIII Всерос. молодеж. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Победы в Великой Отечественной войне. Орел, 2025. С. 335–338.
11. Недоступ И.С., Карпец О.В. Возможности улучшения пропускной способности восточного направления РФ // Молодежь. Наука. Инновации. 2025. Т. 1. С. 299–303.
12. Automation of the procedure for assessing the quality of transport service for the population in the conditions of digitalization of the railway transportation system / T.A. Bulokhova, V.A. Olentsevich, V.Yu. Konyukhov et al. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Novosibirsk, 2020. DOI 10.1088/1757-899X/1064/1/012006.
13. Каимов Е.В., Оленцевич В.А., Максимова Р.В. Актуальность вопросов перераспределения технических мощностей Восточного полигона железных дорог // Актуальные проблемы транспорта в XXI веке : тр. II Междунар. науч.-практ. конф. Новокузнецк, 2023. С. 185–188.
14. 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.
15. 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.
16. Khudonogov I.A., Puzina E.Yu., Tuigunova A.G. The Use of «Technical Rigidity» Indices to Assess Climatic Factors Effects on Power Transformers Reliability // Proceedings of the 2020 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). Chelyabinsk, 2020. P. 136–141. DOI 10.1109/UralCon49858.2020.9216258.
17. Виртуальное сцепление и расцепление поездов в движении. Технологические преимущества / А.О. Иванов, Е.А. Добряков, И.С. Тимофеев и др. // Актуальные вопросы науки 2025 : сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2025. С. 32–38.
18. 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.

19. Иванкова Л.Н., Иванков А.Н., Фуфачева М.В. Учет задержек длинносоставных поездов под обгонами при выборе оптимальной этапности удлинения станционных путей // Железнодорожный транспорт. 2008. № 2. С. 24–26.
20. Иванков А.Н., Четчуев М.В. Проблемы поэтапного наращивания мощности объектов железнодорожной инфраструктуры для овладения перевозками // Академик Владимир Николаевич Образцов – основоположник транспортной науки : тр. юбил. междунар. науч.-практ. конф. Москва, 2024. С. 228–232.
21. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте (приложение к Указанию МПС России от 31.08.1998 № 1024-у).
22. Assessment of Secondary Delays of Rolling Stock at Intersections / L. Ivankova, A. Ivanov, A. Kuznetsova et al. // Transportation Research Procedia : Collection of materials XIII International Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability (TITDS-XIII 2022). Irkutsk – Krasnoyarsk, 2022. P. 314–317.
24. Эсаулов В.А. Модель возврата поездопотока с припортовых и пограничных станций восточного полигона в условиях реализации максимальной выгрузки // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2025. № 2 (43). С. 90–94.
25. Каутц В.Э., Журавлева О.В. Алгоритм повышения плановой эффективности работы предприятия на примере Восточно-Сибирской железной дороги // Экономика и предпринимательство. 2025. № 8 (181). С. 1380–1383.

References

1. Rossiiskie zheleznye dorogi (elektronnyi resurs) [Russian Railways (electronic resource)]. Available at: <http://www.rzd.ru> (Accessed June 11, 2025).
2. Andreyanova E.L., Anisimova N.A., Afanasyeva N.A. et al. Sotsial'no-ekonomicheskie mekhanizmy na transporte [Socio-economic mechanisms in transport]. Krasnoyarsk: KrIZhT Publ., 2025. 239 p.
3. 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»].
4. Analiticheskie materialy k «Pravitel'stvennomu chasu» v Gosudarstvennoi Dume 13 marta 2024 goda «O perspektivakh razvitiya zhelezнодорожного транспорта» (elektronnyi resurs) [Analytical materials for the «Government Hour» in the State Duma on March 13, 2024 «On the prospects for the development of railway transport» (electronic resource)]. Available at: https://parlib.duma.gov.ru/common/upload/document_pravchas/gh13032024_s.pdf (Accessed June 11, 2025).
5. RZhD boleyut za 10 tysyach lokomotivov (elektronnyi resurs) [Russian Railways is rooting for 10,000 locomotives (electronic resource)]. Available at: <https://vgudok.com/lenta/rzhd-boleyut-za-10-tysyach-lokomotivov-deficit-manevrovyh-mashin-nehvotka-mashinistov-ten> (Accessed June 10, 2025).
6. RZhD snova ne khvataet ispravnykh lokomotivov (elektronnyi resurs) [Russian Railways is again short of serviceable locomotives (electronic resource)]. Available at: <https://dzen.ru/a/Z647pnZEshaRuJZ1> (Accessed June 10, 2025).
7. Dvizhushchaya sila RZhD (elektronnyi resurs) [The driving force of Russian Railways (electronic resource)]. Available at: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1675726&ysclid=mf7tgb1xp4437474993ten> (Accessed June 9, 2025).
8. Tarasova O.V., Urina U.S., Goryushkina E.A. Otsenka variantov ispol'zovaniya moshchnosti Vostochnogo poligona [Evaluation of options for using the capacities of the Eastern polygon]. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting], 2025, no 2 (209), pp. 167–179.
9. Olentsevich V.A., Vlasova N.V. Voprosy modelirovaniya raboty lokomotivnogo kompleksa s tsel'yu obosnovaniya vozmozhnosti osvoeniya perspektivnykh gruzopotokov na vostochnom napravlenii strany [Issues of modeling the operation of the locomotive complex in order to substantiate the possibility of developing promising cargo flows in the eastern direction of the country]. *Postsovetiskii materik* [Post-Soviet continent], 2025, no 3 (47), pp. 70–84.
10. Chumakina A.E., Chertkova E.E., Astashkov N.P. Analiz faktorov, okazyvayushchikh vliyanie na pokazateli ekspluatatsionnoi raboty Vostochnogo poligona zheleznykh dorog [Analysis of factors influencing the performance of the Eastern Railway polygon]. *Sbornik statei XIII Vserossiiskoi molodezhnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 80-letiyu Pobedy v Velikoi Otechestvennoi voine «Professiya inzhener»* [Proceedings of the XIII All-Russian Youth Scientific and Practical Conference dedicated to the 80th anniversary of Victory in the Great Patriotic War «Profession engineer»]. Orel, 2025, pp. 335–338.
11. Nedostup I.S., Karpets O.V. Vozmozhnosti uluchsheniya propusknoi sposobnosti vostochnogo napravleniya RF [Possibilities of improving the capacity of the eastern direction of the Russian Federation]. *Molodezh'. Nauka. Innovatsii* [Youth. Science. Innovation], 2025, Vol. 1, pp. 299–303.
12. Bulokhova T.A., Olentsevich V.A., Konyukhov V.Yu., Lysenko D.A. Automation of the procedure for assessing the quality of transport service for the population in the conditions of digitalization of the railway transportation system // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Novosibirsk, 2020. DOI: 10.1088/1757-899X/1064/1/012006.
13. Kaimov E.V., Olentsevich V.A., Maksimova R.V. Aktual'nost' voprosov pereraspredeleniya tekhnicheskikh moshchnostei Vostochnogo poligona zheleznykh dorog [The relevance of issues of redistribution of technical capacities of the Eastern polygon of railways]. *Trudy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nye problemy transporta v XXI veke»* [Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference «Actual problems of transport in the XXI century»]. Novokuznetsk, 2023, pp. 185–188.
14. 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.
15. Ermolenko I.Yu., Morozov D.V., Astashkov N.P. Vliyanie 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.

16. Khudonogov I.A., Puzina E.Yu., Tuigunova A.G. The Use of «Technical Rigidity» Indices to Assess Climatic Factors Effects on Power Transformers Reliability // Proceedings of the 2020 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). Chelyabinsk, 2020, pp. 136–141. DOI : 10.1109/UralCon49858.2020.9216258.

17. Ivanov A.O., Dobryakov E.A., Timofeev I.S., Tszin S. Virtual'noe stseplenie i rastseplenie poezdov v dvizhenii. Tekhnologicheskie preimushchestva [Virtual coupling and uncoupling of trains in motion. Technological advantages]. *Sbornik statei IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nye voprosy nauki 2025»* [Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference «Actual issues of science 2025»]. Penza, 2025, pp. 32–38.

18. 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»].

19. Ivankova L.N., Ivankov A.N., Fufacheva M.V. Uchet zaderzhek dlinnosostavnykh poezdov pod obgonami pri vybere optimal'noi etapnosti udlineniya stantsionnykh putei [Consideration of delays of long-distance trains under overtaking when choosing the optimal stage lengthening of station tracks]. *Zheleznodorozhnyi transport* [Railway transport], 2008, no 2, pp. 24–26.

20. Ivankov A.N., Chetchuev M.V. Problemy poetapnogo narashchivaniya moshchnosti ob'ektov zheleznodorozhnoi infrastruktury dlya ovladeniya перевозками [Problems of step-by-step capacity increase of railway infrastructure facilities for mastering transportation]. *Trudy yubileinoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Akademik Vladimir Nikolaevich Obraztsov – osnovopolozhnik transportnoi nauki»* [Proceedings of the jubilee international scientific and practical conference «Academician Vladimir Nikolaevich Obraztsov – the founder of transport science»]. Moscow, 2024, pp. 228–232.

21. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke investitsionnykh proektov na zheleznodorozhnom transporte (prilozhenie k Ukazaniyu MPS Rossii ot 31.08.1998 № 1024-u) [Methodological recommendations for the evaluation of investment projects in railway transport (appendix to the Instruction of the Ministry of Railways of Russia dated August 31, 1998 No 1024-u)].

22. Ivankova L., Ivankov A., Kuznetsova A., Kartsan I. Assessment of Secondary Delays of Rolling Stock at Intersections // Collection of materials XIII International Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability (TITDS-XIII 2022) «Transportation Research Procedia». Irkutsk – Krasnoyarsk, 2022, pp. 314–317.

24. Esaulov V.A. Model' vozvrata poezdopotoka s priortovykh i pogranichnykh stantsii vostochnogo poligona v usloviyakh realizatsii maksimal'noi vygruzki [Model of train flow return from the portside and border stations of the eastern landfill in conditions of maximum unloading]. *Transport Aziatsko-Tikhoookeanskogo regiona* [Transport of the Asia-Pacific region], 2025, no 2 (43), pp. 90–94.

25. Kautts V.E., Zhuravleva O.V. Algoritм povysheniya planovoi effektivnosti raboty predpriyatiya na primere Vostochno-Sibirskoi zheleznoi dorogi [An algorithm for increasing the planned efficiency of an enterprise using the example of the East Siberian Railway]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship], 2025, no 8 (181), pp. 1380–1383.

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.

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.