

А. К. Пляскин, А. А. Потапов

ПОКАЗАТЕЛИ НАДЁЖНОСТИ КАК КРИТЕРИЙ ПОСТАНОВКИ ЛОКОМОТИВА ПОД ПОЕЗД

Аннотация. В статье рассмотрен частный случай задачи о назначениях – задача о постановке локомотива под один поезд. В качестве решения предлагается использовать показатели надёжности локомотива. В настоящее время совокупность требований к надёжности локомотивов, установленная нормативно-технической и конструкторской документацией, фактически составляет эталонную модель надёжности локомотива. Данная модель используется для совершенствования ТОиР и процесса эксплуатации, но не применяется при выборе локомотива для постановки под поезд. В связи с этим на основе отдельных показателей надёжности предлагается рассчитать коэффициент технического состояния $K_{ТС}$ и на его основе оценивать возможность постановки локомотива под поезд. Выполнено сравнение $K_{ТС}$ нескольких локомотивов. Данное решение является одним из возможных способов интеллектуализации управления движением и тягой.

Ключевые слова: показатели надёжности, эталонная модель, управление движением, интеллектуализация, постановка локомотива под поезд, проблема о назначениях, ТОиР.

Для цитирования: Пляскин, А. К. Показатели надёжности как критерии постановки локомотива под поезд / А. К. Пляскин, А. А. Потапов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 4. – С. 137–146. – DOI 10.46973/1818-5509_2025_4_137.

Введение. В наши дни все чаще применяются интеллектуальные методы и алгоритмы управления движением и тягой. Предлагаются различные решения по созданию систем поддержки принятия решений в процессе управления перевозками [1], в ОАО «РЖД» с 2013 года ведётся разработка и внедрение Единой интеллектуальной системы управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте (ИСУЖТ) [2]. За рубежом также внедряются различные цифровые технологии в управлении тягой и техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР) локомотивов [3]. Значимый потенциал «интеллектуализации» имеет задача по постановке локомотива под поезд.

Задача о назначениях. Проблема о назначении локомотивов под поезд – значимая проблема в управлении движением и тягой, за рубежом известная как Locomotive Assignment Problem (LAP). Обычно рассматривается проблема выбора оптимального локомотива из нескольких доступных под одну из ниток графика движения поездов или оптимальное распределение нескольких локомотивов по ниткам [4]. В качестве математической формализации этой задачи рядом авторов рассматривалась задача о назначениях (assignment problem): имеется определённое число работ (N) и определённое число исполнителей (M). Каждый исполнитель умеет выполнять некоторое количество P из этих работ (где $0 \leq P \leq N$), причём у каждого исполнителя качество выполнения работ отличается от остальных – какие-то работы он выполняет хуже, какие-то лучше. В рамках этой задачи требуется распределить работы между исполнителями так, чтобы эффективность их назначения на эти работы была максимальной. Для оптимального решения к каждой паре <работа, исполнитель> вводится функция полезности U_{ij} , как числовое выражение эффективности назначения исполнителя на данную работу. Тогда задача о назначениях сводится к максимизации функции $\sum U_{ij}$.

Очевидно, что под определённым числом работ понимаются нитки графика или поезда, под исполнителями – локомотивы [5].

Рассмотрим частный случай задачи о назначениях: имеется $N = 1$ поезд (1 работа), под который возможно поставить один из нескольких доступных локомотивов одной серии (M одинаковых исполнителей), в таком случае формально их способность выполнять предполагаемую работу одинакова $P_1 = P_2 = \dots = P_M$. В данном частном случае критерием наилучшего выбора исполнителя будет максимальное значение функции полезности $U_{ij \max}$ одного из исполнителей. Обычно в качестве критерия постановки выступает наличие локомотива, соответствие серии весовой норме поезда и т.д.

Однако ввиду большого количества отказов по парку локомотивов и его неравномерного технического состояния [6] в качестве значимого критерия при наличии выбора из нескольких локомотивов одной серии предлагается рассматривать наибольшую надёжность. Надёжность локомотивов особенно важна в условиях необходимости тяги соединённых поездов или поездов повышенной массы и длины. Отметим следующее: в настоящее время принято, если локомотивы состоят в эксплуатируемом парке, они надёжны в равной степени. Это следует из существующих нормативно-технических документов – ими не предусмотрено ранжирование локомотивов или выбор по надёжности из нескольких тяговых единиц одной серии эксплуатируемого парка при постановке локомотива под поезд [7]. Единственными критериями отказа в постановке локомотива под поезд является его явная неисправность или близость планового ТОиР.

Таким образом, надёжность не используется в качестве критерия при выборе локомотива под поезд в настоящее время, хотя очевидно, что она играет значимую роль и может быть использована для этой цели.

Эталонная модель надёжности локомотива. Надёжность локомотива нормируется государственными и отраслевыми стандартами, конструкторской документацией. Совокупность установленных требований по надёжности локомотивов фактически образует эталонную модель надёжности локомотива. Составные части эталонной модели следующие:

- Нормативные показатели надёжности локомотива в целом;
- Нормативная периодичность ТОиР локомотивов;
- Нормативные показатели износа, наработки на отказ и другие показатели

для отдельных узлов, агрегатов, систем.

Рассмотрим ряд требований эталонной модели к надёжности локомотивов в целом.

Для магистральных тепловозов показатели надёжности устанавливаются ГОСТ 31187-2011 «Тепловозы магистральные. Общие технические требования». Выдержка по нормируемым показателям приведена в таблице 1 [8].

Таблица 1

Нормируемые показатели надёжности магистральных тепловозов

Наименование показателя	Значение показателя для тепловоза	
	Пассажирского	Грузового
Средний параметр потока отказов в периоде нормальной эксплуатации тепловоза $1/10^6$ км, не более:		
- отказы первого вида	0,4	-
- отказы второго вида	1,0	2,0
- отказы третьего вида	10,0	11,0
Назначенный срок службы тепловоза до списания*, лет, не менее	40	
Объединённая удельная оперативная трудоёмкость технических обслуживаний и ремонтов, чел.·ч/ 10^3 км, не более	30	
Коэффициент технического использования, не менее	0,96	0,95
Коэффициент готовности, не менее	0,98	0,97
* При проведении модернизации в середине срока службы тепловоза		

Для серий тепловозов, производящихся с 2000-х годов такие показатели надёжности, как коэффициент внутренней готовности $K_{ВГ}$, коэффициент технической готовности $K_{ТГ}$, параметр потока отказов 1-го, 2-го и 3-го видов, средняя наработка на отказ приведены в их технических условиях, а также в приложении В методических положений для расчёта показателей безотказности и готовности локомотивов по результатам их эксплуатации, утверждённых распоряжением ОАО «РЖД» от 11.04.2019 N 704/р [9]. Пример выдержки из методических положений приведен в таблице 2.

Таблица 2

Числовые значения показателей надёжности, заданные в ТУ

Серия локомотива	Показатели надёжности					Средняя наработка на отказ, км
	Коэффициент внутренней готовности $K_{ВГ}$	Коэффициент технической готовности $K_{ТГ}$	Параметр потока отказов 1-го вида $1/10^6\text{км}$	Параметр потока отказов 2-го вида $1/10^6\text{км}$	Параметр потока отказов 3-го вида $1/10^6\text{км}$ ($1/10^3\text{ч}$)	
2ТЭ25А	0,97	0,95	-	2,0	11,0	-
2ТЭ25КМ	0,97	0,95	-	2,0	11,0	-
2ТЭ116У	0,97	0,95	-	2,0	11,0	-

Периодичность и объём работ в рамках технического обслуживания регламентируются Положением о системе технического обслуживания и ремонта локомотивов ОАО «РЖД» (для снятых с производства локомотивов) [10], конструкторской документацией завода-изготовителя и руководствами по эксплуатации (для выпускаемых в настоящее время серий локомотивов и обслуживаемых в рамках контрактов сервисного обслуживания или контрактов жизненного цикла) [11]. В таблице 3 в качестве примера приведена периодичность ТОиР тепловозов серии 2ТЭ25КМ, являющаяся дифференцированной. Её предельно допустимое отклонение составляет $\pm 10\%$.

Таблица 3

Виды и периодичность работ технического обслуживания и текущих ремонтов тепловоза 2ТЭ25КМ

№	Вид ТОиР	Периодичность
1	Осмотр тепловоза	При смене локомотивных бригад, а также в пути следования
2	Техническое обслуживание ТО, ч	120
3	Техническое обслуживание ТО15, тыс. км	15
4	Текущий ремонт ТР75, тыс. км	75
5	Текущий ремонт ТР300, тыс. км	300
6	Текущий ремонт ТР600, тыс. км	600
7	Средний ремонт СР, тыс. км	1200
8	Капитальный ремонт КР, тыс. км	2400

Сведем отдельные показатели эталонной модели надёжности тепловоза 2ТЭ25КМ в таблицу 4.

Таблица 4

Отдельные показатели эталонной модели надёжности тепловоза 2ТЭ25КМ

Показатель надёжности	Значение
Параметр потока отказов третьего вида, $1/10^6$ км, не более	11,0
Срок службы до списания, лет	40
Коэффициент технического использования	0,95
Коэффициент внутренней готовности	0,97
Периодичность ТОиР, тыс. км (ТО15 – ТР75 – ТР300 – ТР600 – СР – КР)	15 – 75 – 300 – 600 – 1200 – 2400

Эталонные модели широко используются в рамках теории технической диагностики (теории распознавания образов) для проверки фактического состояния тех или иных реальных технических объектов. По степени отклонения реального объекта от эталонной модели делается вывод о деградации объекта и целесообразности дальнейшей эксплуатации.

Составные части эталонной модели надёжности локомотива активно используются в ремонтном комплексе. Например, в идеальном случае периодичность ТОиР должна соответствовать наработке на отказ тех узлов и агрегатов, обслуживание которых предполагается в рамках системы планово-предупредительных ремонтов, т.е. периодичность ТОиР является декларативной моделью наработки на отказ, установленной отраслевыми стандартами и конструкторской документацией. Другой пример: коэффициент готовности отдельных локомотивов должен поддерживаться на установленном договором уровне (эталонном уровне – примечание авторов статьи) в рамках сервисного обслуживания со стороны ООО «ЛокоТех-Сервис», ООО «СТМ-Сервис».

В эксплуатационном процессе также используются эталонные показатели надёжности. Их использует инженерно-технический персонал региональных Дирекции тяги для планирования ТОиР, оценки повреждаемости и деградации парка по территориальным управлениям и железным дорогам в целом, выполняют другие технологические операции.

Реализуются попытки ранжирования парка локомотивов по надёжности. Так, на основе данных АСУ КАС АНТ региональные Дирекции тяги составляют ежемесячные (ежеквартальные, ежегодные) анализы надёжности, в которых указывают обычно от 4 до 6 наименее надёжных локомотивов по парку (по которым наблюдается больше всего отказов технических средств 1-й и 2-й категорий). Составляются диаграммы Парето, по которым выявляются наименее надёжные группы оборудования. Преобладающее количество отказов определяется по принципу «80/20». Пример диаграммы приведен на рисунке 1.

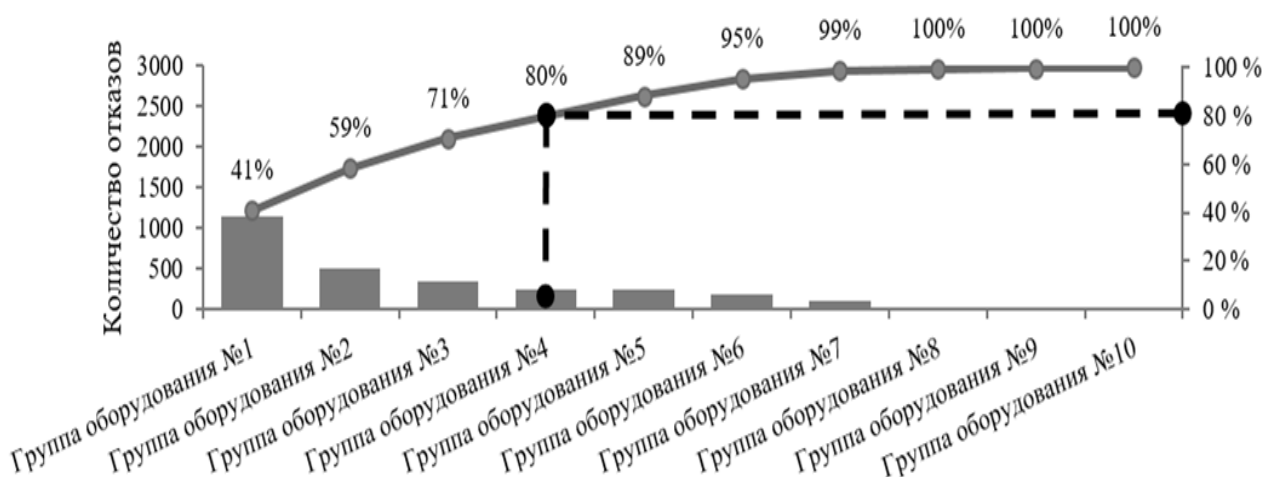


Рис. 1. Пример диаграммы Парето по определению наиболее критичных групп оборудования, суммарная доля отказов которых составляет 80 % от всех отказов

Также выделяют наименее надёжные по числу отказов и неплановых ремонтов локомотивы в состав группы риска, которые подвергаются углубленному осмотру и контролю во время ТОиР (в соответствии с Порядком работы с локомотивами группы риска, утверждённом распоряжением ОАО «РЖД» от 20.12.2022 г. № 3383/р) и т.д.

Однако показатели надёжности, ранжирование парка по числу отказов не применяются при принятии решения о постановке локомотива под поезд, как указывалось в предыдущей части статьи. В данном процессе для оценки локомотивов до сих пор используется бинарная модель «исправен» – «неисправен». Таким образом, имеется возможно внедрить эталонную

модель надёжности локомотива или её отдельные части в процесс принятия решения о постановке локомотива под поезд.

Надёжность как критерий. Как было указано выше, эталонная модель надёжности локомотива в целом определяется большим количеством показателей (пример – таблица 4). В данном случае показатели надёжности выступают в виде общего выходного параметра, характеризующего техническое состояние всего локомотива и отражающие функциональную взаимосвязь между отдельными и общими параметрами так:

$$u = f(\alpha_1, \dots, \alpha_n, \dots, \alpha_t), \quad (1)$$

где u – общий параметр, характеризующий надёжность локомотива «в целом»;
 $\alpha_1 \div \alpha_t$ – параметры, характеризующие состояние отдельных узлов локомотива и качество процесса эксплуатации и ТОиР [12].

Каким образом возможно учесть все показатели надёжности в совокупности? Один из возможных способов – индексный или факторный метод, когда на основе отдельных показателей или параметров вычисляют общий коэффициент или показатель u (критерий u), функционально связанный с ними, по одной из следующих формул:

- факторный метод

$$Y = k_1 X_1^a + k_2 X_2^b + \dots + k_i X_i^o + \dots + k_n X_n^z + C, \quad (2)$$

где Y – показатель расчёта по итогам факторного анализа;
 X_i – факторные параметры;
 a, b, o, z – показатели степени для параметров типа X_i ;
 C – свободный член уравнения;
 k_i – коэффициент эластичности, характеризующий степень влияния каждого из факторных показателей на Y [13];

- индексный метод

$$ИТС = \sum_i (KBV_j \cdot ИТСU_j), \quad (3)$$

где $ИТС$ – индекс технического состояния как результат расчёта по индексному методу;
 KBV_j – значение весового коэффициента и индекса технического состояния j -го функционального узла ($j = \overline{1, m}$);

$ИТСU_j$ – значение индекса технического состояния j -го функционального узла [14].

Рассчитанный по формуле (2) или (3) коэффициент технического состояния K_{TC} будет отражать общее техническое состояние локомотива по его показателям надёжности. K_{TC} фактически равен функции полезности U_{ij} в задаче о назначениях; $K_{TC\max} = U_{ij\max}$ будет выступать решением задачи о назначениях; локомотив с наибольшим $K_{TC\max}$ требуется поставить под поезд как наиболее надёжный.

Из всех показателей надёжности для расчёта коэффициента K_{TC} предлагается рассматривать показатели безотказности или комплексные показатели, так как именно они:

- отражают вероятность отказа локомотива в пути следования;

- оценивают общее техническое состояние локомотива.

Приведём в качестве примера по одному показателю надёжности – показатель безотказности и комплексный показатель.

С точки зрения технического состояния локомотива в целом, в качестве комплексного показателя наиболее предпочтительным представляется использовать коэффициент внутренней готовности, зависящий только от пребывания локомотива в работоспособном состоянии и от продолжительности простоев локомотива на неплановых ремонтах:

$$K_{BG} = \frac{t_{PC}}{t_{PC} + t_{OT}}, \quad (4)$$

где t_{PC} – суммарное время пребывания локомотивов в работоспособном состоянии в рассматриваемом периоде эксплуатации, ч;

t_{OT} – суммарное время пребывания локомотивов в неработоспособном состоянии в связи с ремонтами из-за отказов установленных видов в рассматриваемом периоде эксплуатации, ч.

В качестве показателя безотказности рассмотрим параметр потока отказов отдельного локомотива, точечная оценка которого производится по формуле

$$\hat{\omega}_0 = \frac{n}{X_{\Sigma}}, \quad (5)$$

где n – число ОТС на локомотив;

X_{Σ} – линейный пробег рассматриваемого локомотива, млн км [15].

Пример решения задачи о назначениях. Рассчитаем K_{TC} по формуле (2), где в качестве параметров X_i приняты показатели надёжности (K_{BG} , $\hat{\omega}_0$ и др.), коэффициенты k_i определены методом подбора, а показатели степени a, b, o, z приняты равными единице.

Расчёт производился в качестве решения частного случая задачи о назначениях локомотива под поезд, где $N = 1$ поезд, $M = 2 \div 6$ локомотивов, все локомотивы одной серии $P_1 = P_2 = \dots = P_6$, и требуется выбрать наиболее надёжный локомотив под поезд.

В рамках решения задачи о назначениях было рассмотрено 20 случаев отказов локомотива под поездом за 2024 год. Определён K_{TC} для отказавшего локомотива и нескольких локомотивов, которые теоретически было возможно поставить под тот же поезд ранее (локомотивы находились в одном раздельном пункте в одно время незадолго до отказа). Рассматривались отказы технических средств только 1-й категории. Данные по локомотивам обезличены без привязки к конкретным участкам и времени. В соответствии с принятой методикой расчёта K_{TC} , чем он меньше, тем выше надёжность локомотива.

В 80 % рассмотренных случаев отказов было возможно поставить альтернативный локомотив с меньшим K_{TC} под поезд. Как минимум в двух рассмотренных случаях под отказавший локомотив мог быть поставлен менее тяжёлый поезд, а тяжёлый поезд из-под отказавшего локомотива – под более надёжный локомотив.

Пример расчёта и сопоставления K_{TC} разных локомотивов приведены в таблице 5.

Таблица 5

Сравнение коэффициента технического состояния нескольких локомотивов

Случай №1					
№	Локомотив №1 (отказ)	Локомотив №2	Локомотив №3	Локомотив №4	
K_{TC}	5,29	1,13	0,39	1,51	
Вывод: вместо отказавшего локомотива №1 под поезд предпочтительнее было ставить локомотивы №2÷4					
Случай №2					
№	Локомотив №1 (отказ с поездом 6800 т)	Локомотив №2 (поезд 6800 т)	Локомотив №3 (поезд 1600 т)		
K_{TC}	1,99	0,78	0,74		
Вывод: вместо отказавшего локомотива №1 под поезд предпочтительнее было ставить локомотивы №2 или №3, локомотив №1 возможно было поставить под поезд 1600 т					
Случай №3					
№	Локомотив №1 (отказ с поездом 5600 т)	Локомотив №2 (6900 т)	Локомотив №3 (поезд 7000 т)	Локомотив №4 (поезд 4600 т)	Локомотив №5 (поезд 6200 т)
K_{TC}	1,88	1,84	2,81	0,37	1,53
Вывод: вместо отказавшего локомотива №1 под поезд предпочтительнее было ставить локомотив №4 или №5, локомотив №1 возможно было поставить под поезд 4600 т					

Заключение. Представленное в статье сравнение K_{TC} нескольких локомотивов говорит о возможности использования надёжности локомотива как критерия постановки локомотива под поезд вместе с другими существующими условиями, например, такими как соответствие локомотива весовой норме. Критерий надёжности позволяет уйти от стандартной бинарной оценки «исправен» – «неисправен». Оценку надёжности возможно выполнить на основе существующей совокупности требований к показателям надёжности локомотивов из нормативно-технической, конструкторской документации, образующей эталонную модель надёжности. Предлагаемый подход позволяет «интеллектуализировать» постановку локомотива под поезд в рамках совершенствования технологии управления движением.

В качестве дальнейших задач исследования определены следующие:

- анализ статистически значимой выборки отказов локомотивов для подтверждения сходимости предлагаемой модели оценки надёжности;
- уточнение показателей надёжности, используемых для расчёта K_{TC} локомотива, сравнение различных вариантов расчёта для выбора наилучшего;
- уточнение порядка расчёта K_{TC} локомотива, рассмотрение альтернативных вариантов оценки интегрального состояния локомотива по его надёжности.

Список литературы

1. Хижняк, М. А. Интеллектуализация управленческих функций дежурного по станции (ДСП) : автореф. дис. канд. техн. наук : 2.9.4 / М. А. Хижняк. – Самара : АО «ВНИИЖТ», 2021. – 24 с.
2. Единая интеллектуальная система управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте (ИСУЖТ). Техническое задание. 82462078.08526.000.ТЗ. – ОАО «РЖД», 2013. – 162 с.
3. Liu, Z.; Zhang, C.; Dong, E.; Wang, R.; Li, S.; Han, Y. Research Progress and Development Trend of Prognostics and Health Management Key Technologies for Equipment

References

1. Khizhnyak, M. A. Intellectualization of management functions of the station duty officer (SDO): author's abstract. dis. cand. tech. sciences: 2.9.4 / M. A. Khizhnyak. - Samara: JSC "VNIIZhT", 2021. - 24 p.
2. Unified intelligent control and automation system for production processes in railway transport (UICAT). Terms of Reference. 82462078.08526.000.TZ. – JSC Russian Railways, 2013. – 162 p.
3. Liu, Z.; Zhang, C.; Dong, E.; Wang, R.; Li, S.; Han, Y. Research Progress and Development Trend of Prognostics and Health Management Key Technologies for Equipment

Diesel Engine. Processes 2023, 11, 1972. <https://doi.org/10.3390/pr11071972>.

4. **Ortiz-Astorquiza, C.; Cordeau J.-F.; Frejinger E.** The Locomotive Assignment Problem with Distributed Power at the Canadian National Railway Company. *Cirrelt-2019-55*. 2019. – 38 p.

5. **Рябых, Н. Г.** Сравнительный анализ алгоритмов решения задачи о прикреплении тяговых ресурсов к поездам / Н. Г. Рябых, В. Г. Матюхин, А. Б. Шабунин // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование – ИСУЖТ-2015 ... , Москва, 18.11.2015. – М.: АО "НИИАС", 2015. – С. 28-30.

6. На пути к безотказности [Электронный ресурс]. ЛокоТех // URL: <https://www.locotech.ru/press-center/publication/5074/#:~:text=Отказы%20технических%20средств%20ведут%20к,1> (дата обращения: 11.11.2025).

7. Технология учёта и контроля пробегов локомотивов, утверждённая распоряжением ОАО «РЖД» от 14.12.2015 № 2919р.

8. ГОСТ 31187-2011. Тепловозы магистральные. Общие технические требования. – М.: Стандартиформ, 2012. – 53 л.

9. Методические положения для расчета показателей безотказности и готовности локомотивов по результатам их эксплуатации, утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 11.04.2019 N 704/р.

10. Положение о системе технического обслуживания и ремонта локомотивов ОАО «РЖД», утверждённое распоряжением ОАО «РЖД» от 17.01.2005 N 3р (ред. от 05.03.2018).

11. Магистральный грузовой двухсекционный тепловоз 2ТЭ25КМ. Руководство по эксплуатации. Часть 3. Инструкция по техническому обслуживанию и текущему ремонту. 2ТЭ25КМ РЭ2. – Брянск: БМЗ, 2015. – С. 16.

12. **Гнеденко, Б. В.** Математические методы в теории надёжности. Основные характеристики надёжности и их статистический анализ / Б. В. Гнеденко,

Diesel Engine. Processes 2023, 11, 1972. <https://doi.org/10.3390/pr11071972>.

4. **Ortiz-Astorquiza, C.; Cordeau J.-F.; Frejinger E.** The Locomotive Assignment Problem with Distributed Power at the Canadian National Railway Company. *Cirrelt-2019-55*. 2019. – 38 p.

5. **Ryabykh, N. G.** Comparative analysis of algorithms for solving the problem of attaching traction resources to trains / N. G. Ryabykh, V. G. Matyukhin, A. B. Shabunin // Intelligent control systems in railway transport. Computer and mathematical modeling - ISUZhT-2015 ..., Moscow, 11/18/2015. - М.: JSC "NIIAS", 2015. - P. 28-30.

6. Towards reliability [Electronic resource]. LocoTech // URL: <https://www.locotech.ru/press-center/publication/5074/#:~:text=Отказы%20технических%20средств%20ведут%20к,1> (date of access: 11.11.2025).

7. The technology for recording and monitoring locomotive mileage, approved by the order of JSC Russian Railways dated 14.12.2015 No. 2919r.

8. GOST 31187-2011. Mainline diesel locomotives. General technical requirements. – М.: Standartinform, 2012. – 53 p.

9. Methodological provisions for calculating the reliability and readiness indicators of locomotives based on the results of their operation, approved by the order of JSC Russian Railways dated 11.04.2019 N 704/r.

10. Regulations on the system of technical maintenance and repair of locomotives of JSC Russian Railways, approved by the order of JSC Russian Railways dated 17.01.2005 N 3r (as amended on 05.03.2018).

11. Mainline two-section freight diesel locomotive 2TE25KM. Operation manual. Part 3. Instructions for technical maintenance and routine repairs. 2TE25KM RE2. – Bryansk: BMZ, 2015. – P. 16.

12. **Gnedenko, B. V.** Mathematical methods in reliability theory. Main characteristics of reliability and their statistical analysis / B. V. Gnedenko, Yu. K. Belyaev, A. D. Soloviev //

Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев // М.: Изд-во «Наука», 1965. – 524 с.

13. **Осяев, А. Т.** Обеспечение эксплуатационной надёжности локомотивов на этапах жизненного цикла. Сб. науч. тр. / под ред. А.Т. Осяева, А.Б. Подшивалова. М.: Интекст, 2006. – 159 с.

14. **Богомолова, Ю. И.** Интегральная оценка технического состояния трансформаторов. Ожидания и реальность / Ю. И. Богомолова, В. М. Левин // Борисовские чтения : Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Красноярск, 25–26 октября 2023 года. – Красноярск: СФУ, 2024. – С. 35-41.

15. Методические положения для расчета показателей безотказности и готовности локомотивов по результатам их эксплуатации, утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 11.04.2019 г. N 704/р.

Moscow: Nauka Publishing House, 1965. – 524 p.

13. **Osyayev, A. T.** Ensuring operational reliability of locomotives at stages of the life cycle. Collection of scientific papers / edited by A. T. Osyayev, A. B. Podshivalov. Moscow: Intekst, 2006. – 159 p.

14. Bogomolova, Yu. I. Integral assessment of the technical condition of transformers. Expectations and reality / Yu. I. Bogomolova, V. M. Levin // Borisov readings: Proceedings of the IV All-Russian scientific and technical conference with international participation, Krasnoyarsk, October 25–26, 2023. - Krasnoyarsk: SFU, 2024. - P. 35-41.

15. Methodological provisions for calculating the reliability and readiness indicators of locomotives based on the results of their operation, approved by the order of JSC Russian Railways dated 11.04.2019 No. 704/r.

A. K. Plyaskin, A. A. Potapov

RELIABILITY INDICATORS AS SIGNIFICANT CRITERIONS FOR LOCOMOTIVE ASSIGNMENT TO A TRAIN

Abstract. The article considers a specific case of the assignment problem – the locomotive assignment problem (to a single train). The proposed solution is to take into account locomotive reliability indicators. Currently, the set of requirements for locomotive reliability established by regulatory, technical, and design documentation effectively constitutes a master model of locomotive reliability. That master model is used to improve maintenance and repair and the operation process, but is not applied in process of locomotive assigning to a train. To select a locomotive with the appropriate reliability for a train, it is proposed to calculate the technical condition coefficient K_{TC} using individual reliability indicators. A comparison of technical condition coefficient (K_{TC}) of several locomotives has been carried out. The solution under consideration is a possible way to intellectualize the process of locomotive assigning to a train.

Keywords: reliability indicators, traffic planning & management, locomotive assignment problem, assignment problem, master model, maintenance, intellectualization.

For citation: Plyaskin, A. K. Reliability Indicators as Significant Criterions for Locomotive Assignment to a Train / A. K. Plyaskin, A. A. Potapov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2025. – № 4. – P. 137–146. – DOI 10.46973/1818-5509_2025_4_137.

Сведения об авторах

Пляскин Артем Константинович
Дальневосточный государственный
университет путей сообщения (ДВГУПС),
Ректорат,

Information about the authors

Plyaskin Artem Konstantinovich
Far Eastern State Transport University,
Rectorate,
Candidate of Engineering Science,

Кандидат технических наук, доцент, Associate Professor, Prorector of Learning;
проректор по учебной работе, e-mail: prur@festu.khv.ru
e-mail: prur@festu.khv.ru

Потапов Антон Андреевич
ФГБОУ ВО «Дальневосточный
государственный университет путей
сообщения»,
кафедра «Транспорт железных дорог»,
аспирант,
e-mail: thenorthkambox@mail.ru

Potapov Anton Andreevich
Far Eastern State Transport University,
Chair «Railway Transport»,
Postgraduate Student,
e-mail: thenorthkambox@mail.ru