

П. А. Харченко

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ О ВЫПОЛНЕННЫХ ПОЕЗДКАХ

Аннотация. Рассмотрена задача повышения эффективности эксплуатации тягового подвижного состава (ТПС) на основе анализа информации о выполненных поездках, полученной из бортовых регистраторов параметров движения, микропроцессорных систем управления и диагностики, а также приборов безопасности и автоведения. Предложена постановка задачи рационального выбора модели ведения поезда и назначения локомотивной бригады или алгоритма автоматизированной системы ведения на рейс с учётом категории поезда, параметров поездной работы и приоритетности частных критериев качества управления. Показана возможность представления указанной задачи как многокритериальной задачи принятия решений и комбинаторной оптимизации. Практическая значимость подхода связана с формированием основы для автоматизированной системы поддержки принятия решений в условиях цифровизации эксплуатации локомотивов.

Ключевые слова: тяговый подвижной состав; локомотивная бригада; модель ведения поезда; выполненные поездки; многокритериальная оптимизация; безопасность движения; энергоэффективность; цифровая железная дорога.

Для цитирования: Харченко, П. А. Методический подход к повышению эффективности эксплуатации тягового подвижного состава на основе информации о выполненных поездках / П. А. Харченко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 2. – С. 134–141. – DOI 10.46973/0201-727X_2026_2_134.

Введение

Совершенствование технологии эксплуатации ТПС в современных условиях связано с переходом от преимущественно экспертных и нормативных подходов к использованию данных, формируемых в процессе реальной поездной работы. Информация о выполненных поездках позволяет оценивать не только факт соблюдения регламентных требований, но и особенности реализации модели ведения поезда локомотивной бригадой или автоматизированной системой управления. Особое значение приобретает задача рационального сопоставления планируемых рейсов и моделей ведения поезда с учётом категории поезда, маршрута, массы состава, профиля пути, требований безопасности, энергоэффективности, точности хода и продольной динамики. Такая постановка позволяет рассматривать управленческое решение не как разовое назначение на рейс, а как формализованную процедуру выбора наилучшего варианта из множества допустимых альтернатив.

Целью исследования является структурирование и формализация методического подхода к повышению эффективности эксплуатации ТПС на основе анализа информации о выполненных поездках, а также представление задачи выбора модели ведения поезда как многокритериальной оптимизационной задачи.

Постановка задачи выбора модели ведения поезда

Одна из приоритетных задач, направленных на совершенствование технологии и повышение эффективности эксплуатации ТПС, может быть сформулирована как задача о рациональном выборе модели ведения поезда (назначении локомотивной бригады или определённого алгоритма автоматизированной системы ведения) на рейс в зависимости от категории поезда и типа перевозимого груза на основе анализа информации о выполненных поездках.

В такой постановке она может рассматриваться как многокритериальная задача принятия решений, при которой необходимо из множества доступных моделей ведения поезда выбрать наилучшие варианты для соответствующих планируемых рейсов, обеспечив их оптимальное сопоставление с учётом заданных условий и факторов.

Дано множество вариантов моделей ведения поезда, реализуемых локомотивными бригадами (автоматизированной системой ведения):

$$M = \{m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_N\}, i = \overline{1:N}, \quad (1)$$

где m_i – i -я модель ведения поезда; $N = |M|$ – число моделей ведения поезда.

Множество планируемых рейсов

$$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_j, \dots, z_L\}, j = \overline{1:L}, \quad (2)$$

где z_j – j -й планируемый рейс (категория поезда, маршрут, масса, профиль); $L = |Z|$ – число планируемых рейсов, причём $L \leq N$.

Требуется найти оптимальное соответствие (отображение):

$$h: Z \rightarrow M; h = (z_j, m_i) |_{i \in (1:N); j \in (1:L)}; h \subseteq Z \times M, \quad (3)$$

где h – искомое оптимальное соответствие или инъективное отображение множества Z на множество M ; (z_j, m_i) – множество пар «планируемый рейс – модель ведения»; $Z \times M$ – декартово произведение множеств Z и M .

Данная задача имеет множество решений N_h , которое при заданных Z и M может быть оценено как размещение из L различных элементов, выбранных из общей совокупности в N элементов:

$$N_h = A_N^L = \frac{N!}{(N-L)!}, \quad (4)$$

причём если число планируемых рейсов равно числу доступных моделей ведения $|M| = |Z|$, то N_h может быть оценено как число перестановок P_z из L элементов: $N_h = P_z = L!$

Критерии оценки моделей ведения поезда по категориям рейсов

Актуальность рассматриваемой задачи обусловлена тем, что различные категории поездов (пассажирские, грузовые, хозяйственные и др.) характеризуются своими особенностями и приоритетами по частным критериям качества управления. Например, для пассажирских поездов с организованными группами детей («детские») основное внимание уделяется безопасности, комфортности и точности соблюдения расписания. Для грузовых соединённых поездов ключевым критерием является минимизация продольно-динамических реакций для предотвращения обрыва автосцепных устройств и схода подвижного состава [1, 2].

Ранжирование критериев оценки моделей ведения поезда в зависимости от категорий поездов разработано автором и представлено в таблице. Категории поездов приведены согласно [3, 4] с использованием следующих обозначений:

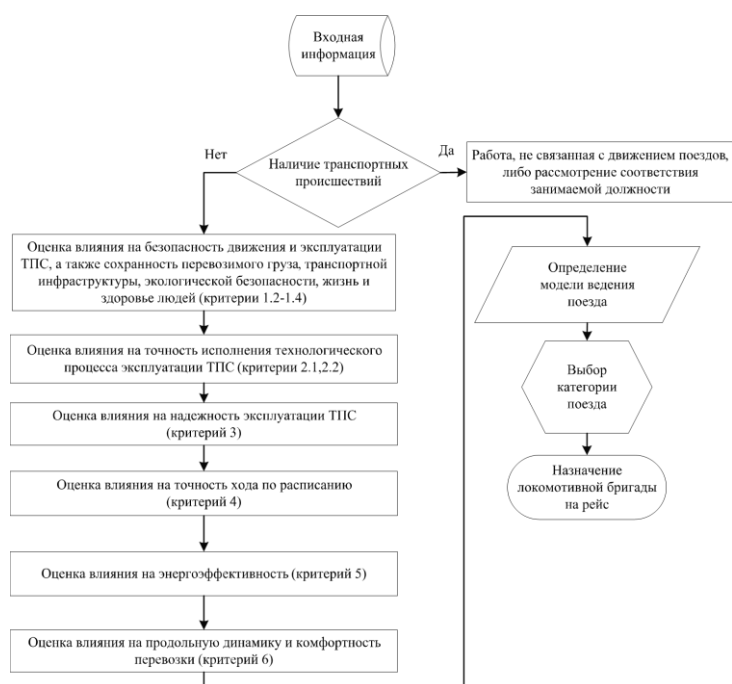
- *пассажирские поезда*: п. 1 – поезда с организованными группами детей («детские»);
- п. 2 – высокоскоростные, скоростные, скорые и пригородные; п. 3 – людские, грузопассажирские, почтово-багажные; п. 4 – прочие, в том числе пригородные (за исключением п. 1–3);
- *грузовые поезда*: гр. 1 – соединённые; гр. 2 – повышенной длины 350–520 осей; гр. 3 – тяжеловесные 8000–9000 т и более; гр. 4 – контейнерные, рефрижераторные; гр. 5 – прочие (за исключением гр. 1–4);
- *хозяйственные поезда*: хоз. 1 – восстановительные; хоз. 2 – пожарные; хоз. 3 – прочие (за исключением хоз. 1–2).

Приоритетность критериев модели ведения поезда в зависимости от категории определяется шкалой от 1 до 13, где 1 соответствует наивысшей значимости, а 13 – наименьшей. Наивысший приоритет отведён пассажирским поездам с организованными группами детей («детским»). Наименьший приоритет установлен для прочих хозяйственных поездов, в управлении которыми допускается большая гибкость.

Анализ практики назначения локомотивных бригад на конкретные рейсы в зависимости от реализуемых моделей ведения поездов в эксплуатационных локомотивных депо позволил автору на основе метода экспертных оценок сформулировать эвристический алгоритм, отражающий типичный подход, применяемый машинистами-инструкторами при управлении локомотивными бригадами (рисунок).

Ранжирование критериев модели ведения поезда в зависимости от категорий поездов

№, п/п	Критерий модели ведения поезда	Категория поезда											
		Пассажирский (п.)				Грузовой (гр.)					Хозяйственный (хоз.)		
		1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3
1.1	Транспортные происшествия	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.2	События	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1.3.1	ОТС 1-й категории	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1.3.2	ОТС 2-й категории	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1.3.3	ОТС 3-й категории	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1.4.1	Нарушения при управлении тормозами (грубые)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1.4.2	Нарушения при управлении тормозами (прочие)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
2.1	Технологические нарушения 1-й категории	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2.2	Технологические нарушения 2-й категории	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
3	Нарушения режимов эксплуатации ТПС	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	Точность хода по расписанию	12	11	13	12	13	13	13	11	13	11	11	12
5	Энергоэффективность	13	13	11	13	12	12	12	12	12	12	12	11
6	Продольная динамика (плавность хода)	11	12	12	11	11	11	11	13	11	13	13	13



Эвристический алгоритм выбора модели ведения поезда на рейсы различных категорий поездов

Методика выбора модели ведения поезда для заданной категории поезда

Выбор модели ведения поезда осуществляется на основе последовательного анализа соответствия реализуемых режимов управления требованиям безопасности движения, энергоэффективности и обеспечения заданных параметров графика движения.

На первом этапе оценки модели ведения поезда осуществляется анализ накопленных данных о реализации моделей ведения поезда и их соответствия установленным требованиям безопасности движения. При выявлении в процессе анализа случаев крушений, аварий либо инцидентов при перевозке опасных грузов с последствиями оценивается влияние действий при управлении локомотивом на формирование небезопасной модели ведения поезда. В зависимости от характера выявленных нарушений принимается решение о временном отстранении от работы локомотивной бригады, связанной с движением поездов, направлении на внеочередную аттестацию либо рассмотрении вопроса о соответствии занимаемой должности.

На втором этапе учитываются критерии безопасности движения и эксплуатации подвижного состава (критерии 1–3), обязательные при назначении на любую категорию поезда. Третий этап включает анализ по критериям 4–6, связанным с соблюдением расписания, энергоэффективностью и продольной динамикой в процессе ведения поезда. По результатам оценки формируется интегральная характеристика качества модели ведения поезда. Модель, обеспечивающая минимальное значение штрафного показателя по критериям безопасности и имеющая максимальное соответствие требованиям конкретной категории поезда по эксплуатационным критериям, получает приоритет при назначении на соответствующий рейс. Дальнейшее развитие данного алгоритма может быть выполнено на основе решения оптимизационной задачи о выборе модели ведения поезда и назначении локомотивных бригад на рейсы [5–7].

Указанная выше формулировка задачи оптимизации является неполной, поскольку не определён критерий качества выбора h , представляемый в виде функционала (или целевой функции) J , который требуется минимизировать.

Формализация оптимизационной задачи назначения на рейсы

С учётом специфики управления локомотивом (см. таблицу), модель ведения поезда оценивается комплексом таких показателей:

$$J = \left| J_p \right|_{p=1}^q, \quad (5)$$

где J_p – частный критерий модели ведения поезда; q – общее число таких критериев.

Принято решение объединить критерии, отражающие параметры модели № 1–3 (см. таблицу), в единый комплексный показатель J_1 , характеризующий безопасность движения, технологическую стабильность и надёжность эксплуатации ТПС. Данный комплексный параметр регламентирован Правилами технической эксплуатации (ПТЭ) и основными директивными нормативными документами ОАО «РЖД».

J_2 (п. 6, см. таблицу) – определяет продольную динамику (плавность хода) подвижного состава; J_3 (п. 4, см. таблицу) – определяет точность управления с целью соблюдения расписания; J_4 (п. 5, см. таблицу) – характеризует энергоэффективность режима ведения поезда.

Введём операторы, формирующие оценки соответствующих компонентов вектора $\hat{J}$:

$$\hat{J}_p = \Psi^{(p)}(D^{(p)}), \quad p = \overline{1:q}, \quad (6)$$

где $\Psi^{(p)}$ – оператор оценки; $D^{(p)}$ – совокупность исходных данных, отражающих соблюдение следующих требований: безопасность движения, технологическая стабильность и надёжность эксплуатации ТПС ($p = 1$), продольная динамика (плавность хода) ($p = 2$), точность хода (соблюдение расписания) ($p = 3$), энергоэффективность ведения поезда ($p = 4$); $\hat{J}$ – оценка частных функционалов J .

Данные оценки $\hat{J}$ формируются в дискретные моменты времени, соответствующие установленным контрольным периодам, таким образом, в k -й момент времени формируется оценка p -го показателя i -й модели ведения поезда:

$$\hat{J}_{ip}(k) = F^{(p)}(k)(D^{(p)}(k-1)), \quad i = \overline{1:N}, \quad p = \overline{1:q}, \quad k = \overline{1:\infty}, \quad (7)$$

где $\hat{J}_{ip}$ – частная оценка p -го показателя качества J_p i -й модели ведения поезда в k -й момент времени; $F^{(p)}$ – функция оценки p -го показателя.

Постановка задачи назначения локомотивных бригад на рейсы, в отличие от алгоритма автоматизированной системы, с учётом категории поезда приводит к необходимости рационального планирования их графика работы, адаптированного под конкретные типы поездов. Такая задача может быть

представлена в виде задачи математического программирования, относящейся к области комбинаторной оптимизации.

Для получения корректной задачи примем допущение, что функционал качества, характеризующий выбор варианта назначения локомотивной бригады на рейс из множества возможных, определяется на основе оценок деятельности локомотивной бригады за предыдущий период. Сформулированная выше задача оптимального формирования отображения h с учётом вышесказанного может быть сформулирована как задача принятия решения о рациональном назначении бригады на рейс Ω :

$$h_{(k)} = \Omega_{(k)}(D_{(k-1)}) : J(h) \rightarrow \text{extr}; J(h) = J_k^{\text{прогн}}(h_{(k)}); h_{(k)} \in H_{(k)}; \Omega_{(k)} = \langle h_{(k)}, \hat{J}_{(k)} \rangle, \quad (8)$$

где $H_{(k)}$ – множество всех вариантов назначения локомотивных бригад; J – комплексный функционал (целевая функция), характеризующий качество принятого назначения бригады на рейс как прогноз:

$$J^* = J_k^{\text{прогн}}(h_{(k)}^*) = \underbrace{\arg \min}_{h_{(k)} \in H_{(k)}; \Omega_{(k)} = \langle h_{(k)}, \hat{J}_{(k)} \rangle} \hat{J}_{(k)} \quad (9)$$

на следующий (k -й) контрольный период при условии принятия $h_{(k)}$ назначения бригады на рейс:

$$J_k^{\text{прогн}} = F(h_{(k)}, D_{(k-1)}), \quad (10)$$

где $h_{(k)} = \left\{ h_{(k)ij} \right\}_{i=1:N; j=1:L} : h_{(k)} = (z_j; m_i)$.

То есть требуется на основе оценок моделей управления подвижным составом по результатам работы N локомотивных бригад за $k-1$ -й период осуществить принятие рационального решения $h_{(k)}$ на k -й период эксплуатации. При этом прогнозируемая оценка $J = J_k^{\text{прогн}}(h_{(k)})$ формируется с помощью оператора оценки F на основе статистики D за предыдущий $k-1$ контрольный период эксплуатации.

Будем исходить из того, что множество планируемых рейсов относится к нескольким категориям:

$$Z = \left| z_j \right|_{j=1}^L : \forall z_j \in \tilde{Z} = \left(\tilde{z}_1, \tilde{z}_2, \dots, \tilde{z}_r, \dots, \tilde{z}_B \right), \quad (11)$$

где $\tilde{z}_r, r = \overline{1:B}$ – типы рейсов, B – их число.

С учётом вышесказанного задача об оптимальном назначении может быть сформулирована следующим образом. Задано множество локомотивных бригад M , множество рейсов Z , каждый из которых относится к одному из конкретных типов $\tilde{Z}$:

$$\forall z \in Z \exists \tilde{z} \in \tilde{Z} \Rightarrow z \rightarrow \tilde{z}. \quad (12)$$

Необходимо на основе данных о работе локомотивных бригад за предшествующий $k-1$ -й период $D_{(k-1)}$ сформировать с помощью процедуры (оператора) F прогноз оценок $\hat{J}_{(k)} = \hat{J}_{(k)p} \mid p = \overline{1:q}$ и на их основе осуществить выбор такого инъективного отображения h , которое обеспечивает оптимальное значение комплексных прогнозируемых оценок на следующем k -м периоде $J_k^{\text{прогн}}$ с учётом допущения, что прогноз оценок $\hat{J}_{(k)}$ однозначно определяется оценками на $k-1$ -м периоде:

$$J_k^{\text{прогн}}(h_{(k)}, D_{(k-1)}) \xrightarrow{\substack{h: Z \rightarrow M, \forall z \in Z \rightarrow \tilde{z}(z) \in \tilde{Z}; \\ \hat{J}_k = F(h_{(k)}, D_{(k-1)}); \\ h_{(k)} = \Omega(\hat{J}_k, D_{(k-1)}, Z, \tilde{Z})}} \text{extr.} \quad (13)$$

Здесь $\tilde{z}(z)$ является отображением $\tilde{z}: Z \rightarrow \tilde{Z}$. Для корректной формализации указанной задачи необходимо решить вспомогательную задачу вычисления прогноза:

$$\hat{J}_k = F(h_{(k)}, D_{(k-1)}). \quad (14)$$

В настоящее время сформулированная выше задача может быть представлена как задача группового принятия решения коллективом машинистов-инструкторов, когда процесс принятия решений включает несколько последовательных этапов. Экспертный подход, который используется в локомотивных депо, автором был формализован в виде процедуры принятия решения и показан в виде блок-схемы алгоритма (см. рисунок).

Таким образом, предлагаемый подход позволяет, во-первых, повысить эффективность принятия решений, поскольку при более точном учёте всех факторов в ряде случаев может быть найдено решение, дающее более высокую оценку прогноза по совокупности факторов, особенно в том случае, если имеется несколько локомотивных бригад примерно одного уровня (с примерно одинаковыми оценками их моделей ведения), а также в том случае, когда на ответственные рейсы не хватает локомотивных бригад с наиболее высоким уровнем квалификации и необходимо осуществлять назначения на соответствующие рейсы из бригад более низкого уровня квалификации, но это требуется сделать таким образом, чтобы минимизировать соответствующие риски, а во-вторых, реализация более гибкой модели позволит в дальнейшем реализовать автоматизированную систему поддержки принятия решений в рамках модели «Цифровая железная дорога» [8–10].

Оценка степени соответствия (эффективности) назначения на конкретный рейс заданного типа модели ведения поезда, реализуемой конкретной локомотивной бригадой (алгоритмом автоматизированной системой ведения), может быть определена по формуле

$$J_{ij} = F(z_j, \bar{z}(z_j), m_i), \quad (15)$$

где J_{ij} – оценка качества назначения i -й модели ведения поезда на j -й рейс типа $r = \bar{z}(z_j)$, здесь r – индекс, характеризующий тип рейса.

Тогда общая оценка

$$\hat{J}(h) = \sum_{j=1}^L J_{ij}, i=1: N, j=1: L, L \leq N \quad (16)$$

является суммой оценок по каждому назначению.

Заключение

Выполненная формализация показывает, что задача повышения эффективности эксплуатации ТПС может быть представлена как задача рационального выбора модели ведения поезда и назначения модели ведения на рейс с учётом информации о выполненных поездках. При этом использование множества моделей ведения и множества планируемых рейсов позволяет перейти от экспертного сопоставления вариантов к математически описанной процедуре выбора инъективного отображения между указанными множествами.

Предложенное ранжирование критериев по категориям поездов обеспечивает учёт различий в эксплуатационных приоритетах: для одних категорий определяющими являются безопасность и точность соблюдения расписания, для других – продольная динамика, энергоэффективность или устойчи-

вость технологического процесса. Введение комплексного функционала качества позволяет объединить частные показатели в единую оценочную модель, пригодную для последующего прогнозирования результата назначения на следующий контрольный период.

Практическая значимость рассматриваемого подхода состоит в возможности использования данных о предшествующей работе локомотивных бригад для поддержки решений машинистов-инструкторов и руководителей эксплуатационных локомотивных депо. Дальнейшее развитие предложенной модели может быть связано с созданием автоматизированной системы поддержки принятия решений, интегрированной с цифровыми средствами регистрации параметров движения, диагностики и мониторинга технического состояния локомотивов.

Список литературы

- 1 **Ромен, Ю. С.** Влияние продольных сил в поездах на опасность схода вагонов в зависимости от их загрузки / Ю. С. Ромен, Л. А. Мугинштейн, Л. И. Неверова // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – № 3 (46). – С. 64–68. – ISSN 1994-831X.
- 2 **Мугинштейн, Л. А.** Численное моделирование продольно-динамических процессов в грузовых поездах с распределённой тягой / Л. А. Мугинштейн, И. А. Ябло, С. И. Лисеев // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна. – 2004. – № 5. – С. 143–147. – ISSN 2307-3489.
- 3 Нумерация поездов для графика движения : утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 5 апреля 2014 г. № 859р (ред. от 13.10.2020). – Москва : ОАО «РЖД», 2020. – 10 с.
- 4 Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации : утверждены Приказом Минтранса России от 23.06.2022 № 250. – Воронеж : ООО «ВИННЕР», 2022. – 598 с.
- 5 **Харченко, П. А.** Повышение уровня безопасности движения поездов и энергоэффективности перевозочного процесса путём совершенствования методов и моделей поддержания компетентности персонала / П. А. Харченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4 (61). – С. 123–131. – ISSN 1818-5509.
- 6 **Харченко, П. А.** Совершенствование системы и технологии эксплуатации подвижного состава на основе анализа информации средств регистрации параметров движения, диагностики и мониторинга технического состояния локомотива / П. А. Харченко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 1 (97). – С. 201–210. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_1_201.
- 7 **Харченко, П. А.** Критерии оценки управляющей деятельности машиниста на основе данных бортовых регистраторов параметров движения / П. А. Харченко, К. И. Юренко // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России : сборник научных трудов, Ростов-на-Дону, 01–02 марта 2018

References

- 1 **Romen, Yu. S.** Influence of longitudinal forces in trains on the risk of car derailment depending on their loading / Yu. S. Romen, L. A. Muginshtein, L. I. Neverova // Transport of the Russian Federation. – 2013. – No. 3 (46). – P. 64–68. – ISSN 1994-831X.
- 2 **Muginshtein, L. A.** Numerical simulation of longitudinal dynamic processes in freight trains with distributed traction / L. A. Muginshtein, I. A. Yabko, S. I. Liseyev // Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan. – 2004. – No. 5. – P. 143–147. – ISSN 2307-3489.
- 3 Train numbering for the timetable : approved by Order of JSC Russian Railways dated April 5, 2014 No. 859r (as amended on October 13, 2020). – Moscow : JSC Russian Railways, 2020. – 10 p.
- 4 Rules for technical operation of the railways of the Russian Federation : approved by Order of the Ministry of Transport of Russia dated June 23, 2022 No. 250. – Voronezh : WINNER LLC, 2022. – 598 p.
- 5 **Kharchenko, P. A.** Improving the level of train traffic safety and energy efficiency of the transportation process by improving methods and models for maintaining personnel competence / P. A. Kharchenko // Trudy Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2022. – No. 4 (61). – P. 123–131. – ISSN 1818-5509.
- 6 **Kharchenko, P. A.** Improvement of the system and technology of rolling stock operation based on the analysis of information from movement parameter recording devices, diagnostics and monitoring of the technical condition of a locomotive / P. A. Kharchenko // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2025. – No. 1 (97). – P. 201–210. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_1_201.
- 7 **Kharchenko, P. A.** Criteria for evaluating the driver's control activity based on data from onboard movement parameter recorders / P. A. Kharchenko, K. I. Yurenko // Current problems and prospects for the development of transport, industry and economy of Russia : collection of scientific papers, Rostov-on-Don, March 1–2, 2018. Vol. 1 : Engineering Sciences.

года. Т. 1 : Технические науки. – Ростов-на-Дону : Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. – С. 91–94. – ISBN 978-5-88814-749-8.

8 **Миронова, Л. А.** Анализ концепции «Цифровая железная дорога» и перспективы её развития / Л. А. Миронова, Г. В. Колодезная // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2020. – № 2 (23). – С. 21–23. – ISSN 2415-8658.

9 **Жашкова, Т. В.** Цифровая экономика и цифровая железная дорога / Т. В. Жашкова, А. С. Гришанина // Современные информационные технологии. – 2019. – № 30. – С. 105–110. – ISSN 1815-2724.

10 Пути развития подвижного состава в рамках цифровизации железнодорожного транспорта / А. Н. Антропов, Т. А. Антропова, С. В. Бушуев [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4 (88). – С. 200–208. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_200.

– Rostov-on-Don : Rostov State Transport University, 2018. – P. 91–94. – ISBN 978-5-88814-749-8.

8 **Mironova, L. A.** Analysis of the “Digital Railway” concept and prospects for its development / L. A. Mironova, G. V. Kolodeznaya // Transport of the Asia-Pacific Region. – 2020. – No. 2 (23). – P. 21–23. – ISSN 2415-8658.

9 **Zhashkova, T. V.** Digital economy and digital railway / T. V. Zhashkova, A. S. Grishanina // Modern Information Technologies. – 2019. – No. 30. – P. 105–110. – ISSN 1815-2724.

10 Ways of developing rolling stock within the framework of railway transport digitalization / A. N. Antropov, T. A. Antropova, S. V. Bushuev [et al.] // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2022. – No. 4 (88). – P. 200–208. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_200.

P. A. Kharchenko

A METHODOLOGICAL APPROACH TO IMPROVING THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF TRACTION ROLLING STOCK BASED ON THE ANALYSIS OF INFORMATION ON COMPLETED TRAIN RIDES

Abstract. The article considers the problem of improving the operational efficiency of traction rolling stock based on the analysis of information on completed train rides performed by locomotive crews and obtained from on-board movement parameter recorders, microprocessor-based control and diagnostic systems, as well as safety and automatic train operation devices. The paper proposes a formulation of the problem of rational selection of a train operation model and assignment of a locomotive crew or an automated control system algorithm to a trip, taking into account the train category, train operation parameters, and the priority of particular control quality criteria. The possibility of representing this problem as a multicriteria decision-making problem and a combinatorial optimization problem is shown. The practical significance of the approach is associated with forming a basis for an automated decision support system under the conditions of digitalization of locomotive operation.

Keywords: traction rolling stock; locomotive crew; train operation model; completed train rides; multicriteria optimization; traffic safety; energy efficiency; digital railway.

For citation: Kharchenko, P. A. A methodological approach to improving the operational efficiency of traction rolling stock based on information on completed train rides / P. A. Kharchenko // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2026. – No. 2. – P. 134–141. – DOI 10.46973/0201-727X_2026_2_134.

Сведения об авторах

Харченко Павел Алексеевич
ОАО «Российские железные дороги»,
Дирекция тяги,
заместитель начальника службы
по управлению тяговыми ресурсами
Северо-Западного полигона –
начальник оперативного отдела,
e-mail: Lrk-9@mail.ru

Information about the authors

Kharchenko Pavel Alekseevich
JSC Russian Railways,
Traction Directorate,
Deputy Head of the Traction Resources
Management Service of the North-West Polygon –
Head of the Operations Department,
e-mail: Lrk-9@mail.ru