

Методические подходы к экономической оценке затрат при эксплуатации вагонов с осевой нагрузкой 27 т на участке Качканар — Смычка

Г. А. ГРАНОВСКАЯ, А. И. САФОНОВА, О. А. СУСЛОВ, Н. С. ОХОТНИКОВ

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»),
Москва, 129626, Россия

Аннотация. Изложена методика расчета коэффициента, отражающего изменение воздействия вагонов с осевой нагрузкой 27 т на земляное полотно при перевозках по сравнению с вагонами-аналогами с осевой нагрузкой 23,5 т. Приведены алгоритмы расчета изменения затрат на топливно-энергетические расходы для тяги поездов и содержание путевой инфраструктуры при эксплуатации составов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т, а также методы определения исходных данных для расчета. Получены значения коэффициента, отражающего изменение воздействия на железнодорожный путь вертикальных и горизонтальных сил при курсировании по нему грузовых вагонов с осевой нагрузкой 27 т по сравнению с вагонами-аналогами, коэффициента изменения основного удельного сопротивления движению для груженых и порожних вагонов.

Ключевые слова: грузовой вагон; осевая нагрузка 27 т; изменение затрат; расходы на тягу поездов; расходы на содержание путевой инфраструктуры

Введение. Одним из важнейших направлений повышения эффективности железнодорожных перевозок является увеличение грузоподъемности грузовых вагонов в результате роста осевых нагрузок. Однако как отечественная, так и мировая практика показывают, что при повышении осевых нагрузок становятся необходимыми мероприятия, направленные на усиление путевой инфраструктуры, и дополнительные расходы на ее содержание вследствие увеличения динамических нагрузок.

Акционерным обществом «Тихвинский вагоностроительный завод» разработан и сертифицирован вагон с улучшенными техническими характеристиками и осевой нагрузкой 27 т модели 12-9548-01. В соответствии с протоколом заседания научно-технического совета ОАО «РЖД» от 27 июля 2016 г. № 5 (пункт 9б) для определения влияния таких вагонов на инфраструктуру и расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу проведены комплексные испытания на участках Богданович — Каменск-Уральский и Качканар — Смычка Свердловской железной дороги. Период проведения испытаний июнь 2017 г. — ноябрь 2018 г. Основные работы выполнялись на участке Качканар — Смычка в соответствии с комплексной програм-

мой (Комплексная программа работ по мониторингу состояния инфраструктуры, оценке накопления расстройств верхнего строения пути и деформаций земляного полотна с разработкой норм устройства, эксплуатации, технического обслуживания, диагностики путевой инфраструктуры, технологий вождения поездов для участков обращения составов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т, на участке Качканар — Смычка Свердловской железной дороги: утв. старшим вице-президентом ОАО «РЖД» С. А. Кобзевым 25.06.2017 г. 402 с.).

Методы оценки изменения затрат на содержание инфраструктуры и топливно-энергетические ресурсы для тяги поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т, на основе результатов подконтрольной эксплуатации на участке Качканар — Смычка определялись в соответствии с «Методикой оценки экономической эффективности эксплуатации грузовых инновационных вагонов на железнодорожной инфраструктуре российских железных дорог», утвержденной приказом Минтранса России от 23 октября 2017 г. № 457 (далее — Методика) [1], с учетом положений СТО РЖД 10.002–2015 «Вагоны грузовые инновационные. Правила оценки экономической эффективности» (далее — СТО РЖД) [2], утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 23 апреля 2016 г. № 768р, который предполагает оценку воздействия грузовых вагонов с повышенной осевой нагрузкой на нижнее строение пути (земляное полотно). Для этих целей разработана специальная методика и определена величина коэффициента, отражающего влияние повышения осевых нагрузок на расходы по содержанию земляного полотна.

Значения коэффициентов влияния. В результате испытаний, проведенных на участке Качканар — Смычка, получены параметры взаимодействия пути и подвижного состава (значения вертикальных, боковых сил и кромочных напряжений) в прямых и кривых участках пути радиусами 650 и 350 м при различных типах промежуточных рельсовых скреплений (КБ, АРС-4, ДО) с подрельсовым основанием на железобе-

тонных и деревянных шпалах и на стрелочных переводах на деревянных брусках.

Коэффициент, отражающий изменение воздействия на железнодорожный путь вертикальных и горизонтальных сил при курсировании грузовых вагонов с осевой нагрузкой 27 т в сравнении с вагонами-аналогами (коэффициент изменения затрат на содержание верхнего строения пути) — k_z , определен для участка Качканар — Смычка в размере 1,159 для вагонов в новом состоянии, т. е. имеющих пробег не более 50 тыс. км после постройки или ремонта.

Исходные данные для расчета коэффициента изменения основного удельного сопротивления движению (k_0) экспериментально определены в результате испытаний вагонов модели 12-9548-01 с осевой нагрузкой 27 т в сравнении с вагонами-аналогами, имеющими осевую нагрузку 23,5 т, на участке Богданович — Каменск-Уральский Свердловской железной дороги. И те и другие вагоны были испытаны в новом состоянии, порожними и полностью гружеными. Затем k_0 был рассчитан в соответствии с «Правилами тяговых расчетов» [3] применительно к участку Качканар — Смычка с учетом среднего удельного расхода электроэнергии и вероятностей распределения скоростей движения на этом участке, определенных на основе обработки полученных от Свердловской дороги записей регистраторов САУТ электровозов ВЛ11. Значения k_0 для новых вагонов модели 12-9548-01 при их обращении на этом участке составили: 0,879 — для порожних вагонов; 0,953 — для полностью груженных вагонов; 0,916 — среднее значение коэффициента.

СТО РЖД предполагает оценку влияния новых (оцениваемых) вагонов на нижнее строение пути. Для этих целей была разработана методика расчета коэффициента, отражающего изменение воздействия вагонов с осевой нагрузкой 27 т на земляное полотно (нижнее строение пути) при перевозках в оцениваемых вагонах по сравнению с перевозками в вагонах-аналогах (k_z).

По результатам испытаний k_z определяется по формуле

$$k_z = k_{z\text{опзп}} \gamma_{\text{опзп}} + k_{z\text{осн}} \gamma_{\text{осн}}, \quad (1)$$

где $k_{z\text{опзп}}$ — коэффициент изменения интенсивности накопления деформаций основной площадки земляного полотна; $\gamma_{\text{опзп}}$ — доля затрат, связанных с накоплением деформаций на основной площадке земляного полотна, в общей сумме расходов на текущее содержание и ремонт земляного полотна; $k_{z\text{осн}}$ — коэффициент изменения интенсивности накопления деформаций в основании насыпей; $\gamma_{\text{осн}}$ — доля затрат, связанных с накоплением деформаций оснований на-

сыпей, в общей сумме расходов на текущее содержание и ремонт земляного полотна.

Значения $\gamma_{\text{опзп}}$ и $\gamma_{\text{осн}}$ определяются по табл. 1.

$$k_{z\text{опзп}} = \left(\frac{\sigma'_{\text{опзп}}}{\sigma^0_{\text{опзп}}} \right)^{\exp \left(\frac{\sigma'_{\text{опзп}}}{[\sigma_{\text{опзп}}]} \right)}, \quad (2)$$

где $\sigma^0_{\text{опзп}}$ — напряжения, возникающие на основной площадке земляного полотна при базовом варианте, МПа; $\sigma'_{\text{опзп}}$ — напряжения, возникающие на основной площадке земляного полотна при оцениваемом варианте, МПа; $[\sigma_{\text{опзп}}]$ — допускаемые значения напряжений на основной площадке земляного полотна, МПа.

$$k_{z\text{осн}} = \left(\frac{\sigma'_{\text{осн}}}{\sigma^0_{\text{осн}}} \right)^{\exp \left(\frac{\sigma'_{\text{осн}}}{[\sigma_{\text{осн}}]} \right)}, \quad (3)$$

где $\sigma^0_{\text{осн}}$ — напряжения, возникающие в основании насыпей земляного полотна при базовом варианте, МПа; $\sigma'_{\text{осн}}$ — напряжения, возникающие в основании насыпей при оцениваемом варианте, МПа; $[\sigma_{\text{осн}}]$ — допускаемые значения напряжений в основании насыпей, МПа.

Значения $\sigma^0_{\text{опзп}}$, $\sigma'_{\text{опзп}}$, $\sigma^0_{\text{осн}}$, $\sigma'_{\text{осн}}$, $[\sigma_{\text{опзп}}]$, $[\sigma_{\text{осн}}]$ определяются по результатам испытаний в соответствии с ГОСТ Р 55050–2012 «Железнодорожный подвижной состав. Нормы допустимого воздействия на железнодорожный путь и методы испытаний» [4] или расчетным методом на основе положений, изложенных в «Методике оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения надежности», утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 22.12.2017 г. [5].

По вышеприведенной методике [5] были определены значения коэффициентов для условий эксплуатации на линии Качканар — Смычка: скорость движения — 60 км/ч, доля насыпей на участке — 76,6 %, средняя высота насыпи — 2,085 м. Напряжения на основной площадке земляного полотна и в основании насыпи были получены расчетным путем, а допускаемое значение напряжений принято равным 80 кПа в соответствии с ГОСТ Р 55050–2012 [4].

Результаты расчетов напряжений и значений $k_{z\text{опзп}}$ и $k_{z\text{осн}}$ для пути на деревянных и железобетонных шпалах приведены в табл. 2. Значение k_z для участка Качканар — Смычка равно 1,170.

Алгоритмы расчета изменения затрат при эксплуатации поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т. Оценка изменения затрат при эксплуатации поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т, производится в соответствии с Методикой [1] для конкретного участка Качканар — Смычка и выполняется путем сопоставления затрат на организацию перевозок на рассматриваемом участке по двум вариантам:

базовый вариант — перевозка в грузовых поездах, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 23,5 т (окатышевозы);

оцениваемый вариант — перевозка в грузовых поездах, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т (полувагон модели 12-948-01).

Оценка изменения затрат основывается на следующих принципах:

- сопоставимость сравниваемых вариантов по объемам выполненной работы;
- сопоставимость вариантов по методам расчета натуральных и стоимостных показателей;
- включение в расчет только тех затрат, которые различаются по сравниваемым вариантам.

Изменение затрат, связанных с расходом топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов в результате эксплуатации оцениваемых вагонов, устанавливается в зависимости от изменения их основного удельного сопротивления движению и определяется по Методике [1, формулы (2.2), (2.2.1) и (2.2.2)]. Формулы адаптированы к условиям работы на участке Качканар — Смычка и имеют вид

$$\Delta E_{\text{ТЭР}} = \Delta E_{\text{ТЭР, гр}} + \Delta E_{\text{ТЭР, пор}}; \quad (4)$$

$$\Delta E_{\text{ТЭР, гр}} = e_3 \alpha_3 \left[(p_{\text{ст}}^{\text{ан}} + q_{\text{ваг}}^{\text{ан}}) - k_{\omega_{\text{гр}}} k_N (p_{\text{ст}}^{\text{оц}} + q_{\text{ваг}}^{\text{оц}}) \right] \times N_{\text{пог}}^{\text{год}} R_{\text{гр}} 10^{-4}; \quad (5)$$

$$\Delta E_{\text{ТЭР, пор}} = e_3 \alpha_3 \left[(p_{\text{ваг}}^{\text{ан}} - k_{\omega_{\text{пор}}} k_N q_{\text{ваг}}^{\text{оц}}) \right] N_{\text{пог}}^{\text{год}} R_{\text{пор}} 10^{-4}, \quad (6)$$

где $\Delta E_{\text{ТЭР, гр}}$ — изменение затрат, связанных с расходом топливно-энергетических ресурсов на тягу в результате эксплуатации поездов, сформированных из груженых вагонов; $\Delta E_{\text{ТЭР, пор}}$ — изменение затрат, связанных с расходом топливно-энергетических ресурсов на тягу в результате эксплуатации поездов, сформированных из порожних вагонов; e_3 — цена 1 кВт·ч электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении по данным ТЧЭ-1 Смычка, обслуживающего движение на участке Качканар — Смычка, руб./кВт·ч, рассчитывается по формуле (7); α_3 — удельный расход электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении по данным ТЧЭ-1 Смычка, кВт·ч/10⁴ т·км брутто; $p_{\text{ст}}^{\text{ан}}$ — статическая нагрузка вагона-аналога, т, рассчитывается по формуле (8); $p_{\text{ст}}^{\text{оц}}$ — статическая нагрузка оцениваемого грузового вагона, т (принимается в расчетах с учетом понижающего коэффициента 0,98 к его номинальной грузоподъемности, указанной в технических условиях изготовителя и равной 83 т); $q_{\text{ваг}}^{\text{ан}}$ — средняя масса тары вагона-аналога, т, рассчитывается по формуле (9); $q_{\text{ваг}}^{\text{оц}}$ — средняя масса тары оцениваемой модели вагона (по данным технических условий изготовителя), определяется как средняя между минимальной и максимальной массой тары, т; $k_{\omega_{\text{гр}}}$, $k_{\omega_{\text{пор}}}$ — коэффициенты

Таблица 1

Значения $\gamma_{\text{опзп}}$ и $\gamma_{\text{осн}}$ в зависимости от характеристик участка

Table 1

Values $\gamma_{\text{опзп}}$ and $\gamma_{\text{осн}}$ depending on the characteristics of the section

Средняя протяженность насыпей на участке, %	Средняя высота насыпей на участке, м	$\gamma_{\text{опзп}}$	$\gamma_{\text{осн}}$
менее 10	от 3	0,80	0,20
	от 3 до 6	0,90	0,10
	от 6 и более	0,95	0,05
более 10 до 50	до 3	0,70	0,30
	от 3 до 6	0,75	0,25
	6 и более	0,85	0,15
50 и более	до 3	0,50	0,50
	от 3 до 6	0,60	0,40
	6 и более	0,70	0,30

Таблица 2

Определение коэффициента изменения затрат на земляное полотно

Table 2

Determining the coefficient of change in the cost of the roadbed

Рассматриваемый вариант нагрузки	$\sigma_{\text{опзп}}, \text{ кПа}$	$\sigma_{\text{осн}}, \text{ кПа}$	$k_{z\text{опзп}}$	$k_{z\text{осн}}$	k_z
Путь на деревянных шпалах					
Окатышевозы с осевой нагрузкой 23,5 т	64,1	38,9	1,210	1,146	1,178
Полувагоны модели 12-9548-01 с осевой нагрузкой 27 т	69,4	42,2			
Путь на железобетонных шпалах					
Окатышевозы с осевой нагрузкой 23,5 т	67,7	38,9	1,186	1,123	1,155
Полувагоны модели 12-9548-01 с осевой нагрузкой 27 т	72,6	41,7			
Приведенное значение по участку			1,202	1,138	1,170

изменения основного удельного сопротивления движению оцениваемого вагона для порожнего и груженого рейсов соответственно, определяемые согласно п. 25 и 26 Методики [1]; k_N — коэффициент изменения числа погрузок оцениваемого вагона в результате увеличения его грузоподъемности, рассчитывается по фор-

муле (10); $N_{\text{пог}}^{\text{год}}$ — количество погруженных вагонов-аналогов на станции Качканар, ваг.; $R_{\text{гр}}$ — груженный рейс вагона, км, рассчитывается по формуле (11); $R_{\text{пор}}$ — порожний рейс вагона, км, рассчитывается по формуле (12).

$$e_3 = \frac{\sum E_{3107}^{\text{эл}}}{\sum A_{\text{гр}}^{\text{эл}}}, \quad (7)$$

где $\sum E_{3107}^{\text{эл}}$ — расходы на электроэнергию для тяги поездов в грузовом движении по данным эксплуатационного локомотивного депо, локомотивные бригады которого обслуживают участок Качканар — Смычка (ТЧЭ-1 Смычка), руб.; $\sum A_{\text{гр}}^{\text{эл}}$ — расход электроэнергии в грузовом движении по данным эксплуатационного локомотивного депо, кВт·ч.

$$p_{\text{ст}}^{\text{ан}} = \frac{\sum P_{\text{нетто}}}{\sum n_{\text{погр}}}, \quad (8)$$

где $\sum P_{\text{нетто}}$ — количество погруженных тонн груза в кольцевых маршрутах на участке Качканар — Смычка за отчетный период, т; $\sum n_{\text{погр}}$ — количество погруженных вагонов-аналогов при перевозке грузов по кольцевым маршрутам на участке Качканар — Смычка за отчетный период, ваг.

$$q_{\text{ваг}}^{\text{ан}} = \frac{\sum P_{\text{бр}} - \sum P_{\text{нетто}} + \sum M_{\text{т}}}{\sum n_{\text{погр}} + \sum n_{\text{пор}}}, \quad (9)$$

где $\sum P_{\text{бр}}$ — количество тонн брутто груза (с учетом массы тары вагонов) в груженных составах при перевозке грузов по кольцевым маршрутам на участке Качканар — Смычка, т; $\sum M_{\text{т}}$ — количество тонн брутто в порожних составах (суммарная масса тары порожних вагонов) при перевозке грузов по кольцевым маршрутам на данном участке, т; $\sum n_{\text{пор}}$ — количество отправленных вагонов в порожних маршрутах, обращающихся на этом участке по кольцевой схеме, ваг.

$$k_N = \frac{p_{\text{ст}}^{\text{ан}}}{p_{\text{ст}}^{\text{оц}}}. \quad (10)$$

$$R_{\text{гр}} = \frac{\sum nS_{\text{гр}}}{\sum n_{\text{погр}}}, \quad (11)$$

где $\sum nS_{\text{гр}}$ — пробег груженных вагонов-аналогов, обращающихся на участке Качканар — Смычка по кольцевым маршрутам, ваг.км.

$$R_{\text{пор}} = R - R_{\text{гр}}, \quad (12)$$

где R — полный рейс грузового вагона-аналога, км, определяется по формуле

$$R = \frac{\sum nS_{\text{общ}}}{\sum n_{\text{погр}}}, \quad (13)$$

где $\sum nS_{\text{общ}}$ — пробег груженных и порожних вагонов-аналогов, обращающихся на участке по кольцевым маршрутам, ваг.км.

Изменение затрат на содержание верхнего строения железнодорожного пути в результате эксплуатации оцениваемого грузового железнодорожного подвижного состава на участке Качканар — Смычка определяется в соответствии с Методикой [1, формулы (2.11), (2.11.1) и (2.11.2)]. Формулы адаптированы к условиям работы на рассматриваемом участке и имеют вид

$$\Delta E_{\text{всп}} = \Delta E_{\text{всп, гр}} + \Delta E_{\text{всп, пор}}; \quad (14)$$

$$\Delta E_{\text{всп, гр}} = e_{\text{т-км}}^{\text{всп}} \left((p_{\text{ст}}^{\text{ан}} + q_{\text{ваг}}^{\text{ан}}) - k_{\text{т}} k_N (p_{\text{ст}}^{\text{оц}} + q_{\text{ваг}}^{\text{оц}}) \right) \times \times N_{\text{пог}}^{\text{год}} R_{\text{гр}} 10^{-3}; \quad (15)$$

$$\Delta E_{\text{всп, пор}} = e_{\text{т-км}}^{\text{всп}} \left(q_{\text{ваг}}^{\text{ан}} - k_{\text{т}} k_N q_{\text{ваг}}^{\text{оц}} \right) N_{\text{пог}}^{\text{год}} R_{\text{пор}} 10^{-3}, \quad (16)$$

где $\Delta E_{\text{всп, гр}}$ — изменение затрат на содержание верхнего строения железнодорожного пути в результате эксплуатации поездов, сформированных из груженных вагонов; $\Delta E_{\text{всп, пор}}$ — изменение затрат на содержание верхнего строения железнодорожного пути в результате эксплуатации поездов, сформированных из порожних вагонов; $e_{\text{т-км}}^{\text{всп}}$ — удельные расходы на содержание верхнего строения пути на измеритель «тонно-километр брутто», руб./1000 т·км брутто; $k_{\text{т}}$ — коэффициент, отражающий изменение воздействия на железнодорожный путь вертикальных и горизонтальных сил при курсировании оцениваемого грузового вагона по сравнению с вагоном-аналогом, определяемый в соответствии с п. 37 Методики [1].

Как уже было отмечено, оценка изменения затрат на содержание земляного полотна при эксплуатации поездов, сформированных из вагонов с нагрузкой 27 т, не предусмотрена Методикой [1]. Такая оценка предусмотрена СТО РЖД [2], однако механизм оценки воздействия на нижнее строение пути, предлагаемый в этом документе, трудно применим на практике. Поэтому был разработан следующий алгоритм расчета изменения указанных затрат:

$$\Delta E_{\text{зп}} = \Delta E_{\text{зп, гр}} + \Delta E_{\text{зп, пор}}; \quad (17)$$

$$\Delta E_{\text{зп, гр}} = e_{\text{т-км}}^{\text{зп}} \left((p_{\text{ст}}^{\text{ан}} + q_{\text{ваг}}^{\text{ан}}) - k_{\text{з}} k_N (p_{\text{ст}}^{\text{оц}} + q_{\text{ваг}}^{\text{оц}}) \right) \times \times N_{\text{пог}}^{\text{год}} R_{\text{гр}} 10^{-3}; \quad (18)$$

$$\Delta E_{\text{зп, пор}} = e_{\text{т-км}}^{\text{зп}} \left(q_{\text{ваг}}^{\text{ан}} - k_{\text{з}} k_N q_{\text{ваг}}^{\text{оц}} \right) N_{\text{пог}}^{\text{год}} R_{\text{пор}} 10^{-3}, \quad (19)$$

где $\Delta E_{\text{зп, гр}}$ — изменение затрат на содержание земляного полотна в результате эксплуатации поездов, сформированных из груженных вагонов; $\Delta E_{\text{зп, пор}}$ — изменение затрат на содержание земляного полотна в результате эксплуатации поездов, сформирован-

ных из порожних вагонов; $e_{\text{т-км}}^{\text{сп}}$ — удельные расходы на содержание нижнего строения пути (земляного полотна) на измеритель «тонно-километр брутто», руб./1000 т-км брутто; k_z — коэффициент, отражающий изменение воздействия на земляное полотно (нижнее строение пути) при курсировании инновационного грузового вагона по сравнению с вагоном-аналогом, определяется на основе данных испытаний.

Методы определения исходных данных для расчета. Определение исходных данных, необходимых для оценки изменения затрат при эксплуатации поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т, по сравнению с обычными условиями эксплуатации на участке Качканар — Смычка, проводилось с использованием аналитической базы различных информационных хранилищ, на основе которых формируется статистическая отчетность ОАО «РЖД». Была проведена выгрузка и обработка данных из следующих информационных хранилищ (ИХ):

ИХ «Локомотивные парки», витрина «Аналитические справки ЦОММ», маршрут машиниста (форма ТУ-3 ВЦУ) и «Ведомость учета дизельного топлива и электроэнергии на локомотивах и МВПС» (форма ТХУ-3).

ИХ «Локомотивные парки», витрина «Динамические справки по показателям статистической отчетности», раздел «Расход топливно-энергетических ресурсов», «Отчет о расходе топлива или электроэнергии на тягу поездов» (форма ТХО-125).

Корпоративное информационное хранилище (КИХ) «Грузовые перевозки», разделы «Архив по отпавлению» и «Архив по прибытию».

Хранилище данных управленческого учета (ХДУУ), на основе которых формируется внутрифирменная управленческая отчетность о расходах формы 7-у-предприятие.

На основе данных вышеперечисленных информационных хранилищ были определены следующие показатели для участка Качканар — Смычка:

- статическая нагрузка вагона-аналога;
- средняя масса тары вагона-аналога;
- количество погруженных вагонов-аналогов за отчетный период;
- расход электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении в натуральном исчислении;
- расходы на электроэнергию для тяги поездов в грузовом движении;
- удельный расход электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении;
- удельные расходы на содержание верхнего строения пути на измеритель «1000 тонно-километров брутто»;
- удельные расходы на содержание земляного полотна на измеритель «1000 тонно-километров брутто».

Расчет статической нагрузки и массы тары вагона-аналога произведен на основании данных маршрута машиниста формы ТУ-3 ВЦУ по ТЧЭ-1 Смычка за сентябрь — октябрь 2017 г. и приведен в табл. 3. Он

Таблица 3

Расчет статической нагрузки и массы тары вагона-аналога на участке Качканар — Смычка (кольцевые маршруты) по данным ТЧЭ Смычка за сентябрь — октябрь 2017 г.

Table 3

Calculation of static load and tare weight of the analogue car on the Kachkanar — Smychka section (ring routes) according to the data of the operational locomotive depot of Smychka for September — October 2017

Наименование	Перевезенные тонны нетто, т	Перевезенные тонны брутто в груженых поездах, т	Перемещенные тонны в порожних поездах, т	Количество вагонов		Пробег вагонов, ваг.км	Масса тары одного вагона, т	Статическая нагрузка, т
				Всего	В том числе груженые			
Сентябрь 2017 г.								
Груженые составы	244 108	326 347	82 239	3 479	3 479	355 489	23,64	70,17
Порожние составы	0	129 382	129 382	5 473	0	284 837	23,64	—
Итого сентябрь	244 108	455 729	211 621	8 952	3 479	620 326	23,64	70,17
Октябрь 2017 г.								
Груженые составы	416 256	556 593	140 337	5 947	5 947	599 254	23,60	69,99
Порожние составы	0	245 945	245 945	10 447	0	537 938	23,54	—
Итого октябрь	416 256	802 538	386 282	16 394	5 947	1 137 192	23,56	69,99
Сентябрь и октябрь 2017 г.								
Груженые составы	660 364	882 940	222 576	9 426	9 426	934 743	23,61	70,06
Порожние составы	0	375 327	375 327	15 920	0	822 775	23,58	—
Всего	660 364	1 258 267	597 903	25 346	9 426	1 757 518	23,59	70,06

Таблица 4

Расчет фактического удельного расхода электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении на участке Качканар — Смычка за 2017 г. без учета поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т (по данным статистической отчетности формы ТХО-125 и маршрутов машиниста формы ТУ-3 ВЦУ по ТЧЭ-1 Смычка Свердловской дирекции тяги)

Table 4

Calculation of the actual specific energy consumption for train traction in freight traffic at the Kachkanar — Smychka section in 2017 excluding trains formed from cars with an axial load of 27 tons (according to the statistical reporting form common business transaction TKhO-125 and routes of the driver of TU-3 VTsU form on operational locomotive depot of Smychka of the Sverdlovsk Traction Directorate)

Нормируемый участок	Код нормируемого участка	Тонны-километры брутто, тыс.	Фактический расход электроэнергии в натуральном исчислении, тыс. кВт·ч	Фактический удельный расход электроэнергии, кВт·ч/10 тыс. т·км брутто
Нижний Тагил — Азиатская — Качканар	617	50 801	448,467	88,3
Качканар — Азиатская — Нижний Тагил	618	1 130 574	12 710,809	112,4
Качканар — Чекмень	651	9 847	137,145	139,3
Чекмень — Качканар	652	1 272	32,503	255,6
Смычка — Кушва	657	13 289	355,073	267,2
Кушва — Смычка	658	3 267	166,168	508,6
Гороблагодатская — Азиатская — Качканар	665	332 726	5 237,974	157,4
Качканар — Азиатская — Гороблагодатская	666	298 253	3 573,025	119,8
Смычка — Гороблагодатская	681	468 545	5 834,364	124,5
Гороблагодатская — Смычка	682	431 048	4 238,992	98,3
Кушва — Азиатская — Качканар	919	1 301	83,021	638,3
Качканар — Азиатская — Кушва	920	11 443	148,117	129,4
Баранчинская — Гороблагодатская	943	1 834	24,442	133,3
Гороблагодатская — Баранчинская	944	1 449	17,449	120,4
Качканар — Гороблагодатская — Кушва	1 656	368	6,745	183,3
Итого на участке Качканар — Смычка	—	2 756 018	33 014,294	119,8
В том числе поезда, сформированные из вагонов с осевой нагрузкой 27 т	—	267 708,3	2 461,967	—
Итого без учета эксплуатации поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т	—	2 488 309,3	30 552,3	122,8
Доля небаланса в объеме потребленной электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении				13,16
Фактический удельный расход электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении (без поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т) с учетом небаланса в контактной сети				138,9

основан на данных выгрузки в разрезе груженых и порожних маршрутов.

Для расчета фактического удельного расхода электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении на участке Качканар — Смычка без учета эксплуатации вагонов с нагрузкой 27 т использовались данные статистической отчетности формы ТХО-125 за 2017 г. в разрезе нормируемых поездо-участков и результаты таксировки по электроэнергии маршрутов машиниста формы ТУ-3 ВЦУ по ТЧЭ-1 Смычка, учитывающих работу с поездами, сформированными из вагонов с осевой нагрузкой 27 т.

В статистической отчетности формы ТХО-125 представлены показатели работы по выбранным нормируемым участкам с учетом эксплуатации поездов, сформированных из вагонов с нагрузкой 27 т. Для определения удельного расхода электроэнергии на

тягу без учета эксплуатации этих вагонов была проведена выборка маршрутов машинистов, отражающих работу с поездами, сформированными из вагонов с нагрузкой 27 т, и соответствующая им таксировка по электроэнергии за сентябрь — декабрь 2017 г. Исключив из данных формы ТХО-125 результаты выборки по эксплуатации поездов, сформированных из инновационных вагонов, определили фактический удельный расход электроэнергии на тягу поездов из вагонов-аналогов в грузовом движении на участке Качканар — Смычка, который необходим для расчета изменения затрат на электроэнергию при эксплуатации поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т. Результаты расчета представлены в табл. 4.

Для оценки изменения затрат на электроэнергию необходимо рассчитать цену 1 кВт·ч электроэнергии

на тягу поездов в грузовом движении в соответствии с формулой (7). Фактические затраты на электроэнергию в стоимостном исчислении были приняты по данным отчетности 7-у-предприятие ТЧЭ-1 Смычка (ст. 3107 «Обеспечение электроэнергией на тягу для работы электровозов в грузовом движении»). Фактический расход электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении в натуральном исчислении с учетом небаланса (потерь) в контактной сети определяется по данным форм внутренней статистической отчетности ТХО-125 и ТХО-3 с привлечением актов объемов потребления электроэнергии на тягу поездов (по предъявленным авизо Свердловской дирекции тяги). Расчет цены 1 кВт·ч электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении и доли небаланса электроэнергии приведен в табл. 5.

Для расчета удельных расходов на измеритель «1000 тонно-километров брутто» в целях оценки изменения затрат на содержание инфраструктуры при эксплуатации поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т, на участке Качканар — Смычка используются данные управленческого учета о затратах из ХДУУ.

Проведена выборка расходов за 2016 и 2017 гг. по следующим местам возникновения затрат Свердловской дирекции инфраструктуры:

- эксплуатационным участкам ПЧУ-2 Кушвинской дистанции пути (ПЧ-19) и ПЧУ-3 Нижнетагильской дистанции пути (ПЧ-17), в зону обслуживания которых входит участок Качканар — Смычка;

- участкам диагностики ПЧ-19 и ПЧ-17;

- дистанции инженерных сооружений;

- дирекции по эксплуатации и ремонту путевых машин (структурные подразделения дирекции — путевая машинная станция по эксплуатации и ремонту путевых машин № 311 и специализированная путевая машинная станция № 341). Кроме того, для расчета удельных затрат по капитальным видам ремонта верхнего строения пути использовались данные выгрузки из ХДУУ по Свердловской дирекции по ремонту пути.

Выборка расходов производилась по статьям затрат управленческого учета с разбивкой их на прямые и косвенные (общепроизводственные и общехозяйственные) расходы с учетом положений [6, 7, 8]. Из перечня статей прямых затрат, на которых в управленческой отчетности формы 7-у-предприятие отражаются затраты вышеперечисленных организационных структур, логическим путем выделены статьи затрат, зависящих от силового воздействия подвижного состава на элементы верхнего строения пути, земляное полотно (статьи прямых «зависящих»

Таблица 5

Расчет цены 1 кВт·ч электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении по ТЧЭ-1 Смычка Свердловской дирекции тяги за 2017 г.

Table 5

Calculation of the price of 1 kW·h of electricity for traction of trains in the freight traffic on the operational locomotive depot of Smychka of the Sverdlovsk Traction Directorate for 2017

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Источник информации, алгоритм расчета	Значение
1	Тонно-километр брутто	тыс.	форма ТХО-125 «Отчет о расходе топлива или электроэнергии локомотивами и МВПС», табл. 1, гр. 1	10 098 603,8
2	Фактический расход электроэнергии в натуральном исчислении (без учета энергоснабжения пассажирских поездов в пути следования)	тыс. кВт·ч	То же, табл. 1, гр. 10–11	116 631,9
2.1	В том числе грузовое движение	тыс. кВт·ч	То же, табл. 1, гр. 10	107 299,5
3	Объем потребленной электроэнергии на тягу поездов с учетом небаланса (без учета энергоснабжения пассажирских поездов в пути следования)	тыс. кВт·ч	форма ТХО-3 «Отчет о расходе топлива, электрической и тепловой энергии», стр. 2880	132 037,4
3.1	В том числе грузовое движение	тыс. руб.	Сумма ежемесячных результатов расчетов по данным формы ТХО-125 и актам объемов потребления электроэнергии на тягу поездов (по предъявленным авизо Дирекции тяги)	121 419,5
4	Фактические расходы по электроэнергии на тягу поездов	тыс. руб.	Внутрифирменная управленческая отчетность о расходах (форма 7-у-предприятие)	391 783,7
4.1	В том числе грузовое движение	тыс. руб.		360 323,8
5	Цена 1 кВт·ч электроэнергии на тягу поездов	руб./кВт·ч	п. 4 / п. 3	2,967
5.1	В том числе грузовое движение	руб./кВт·ч	п. 4.1 / п. 3.1	2,968
6	Доля небаланса в объеме потребленной электроэнергии на тягу поездов	%	(п. 3 – п. 2) / п. 2 · 100	13,21
6.1	В том числе грузовое движение	%	(п. 3.1 – п. 2.1) / п. 2.1 · 100	13,16

Таблица 6

Источники исходных данных для расчета изменения затрат при эксплуатации поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т, на участке Качканар — Смышка за 2017 г.

Table 6

Sources of input data for calculating the cost change in the operation of trains formed from cars with an axial load of 27 tons in the section Kachkanar — Smychka for 2017

№ п/п	Наименование показателя	Обозначение	Источник информации
1	Общие показатели для всех составляющих изменения затрат		
1.1	Статическая нагрузка вагона-аналога	$p_{ст}^{ан}$	Расчет по формуле (8) по данным маршрута машиниста (форма ТУ-3 ВЦУ)
1.2	Количество погруженных тонн груза в грузовых поездках кольцевыми маршрутами на участке Качканар — Смышка	$\sum P_{нетто}$	Данные маршрута ТЧЭ Смышка за сентябрь — октябрь 2017 г.
1.3	Количество погруженных вагонов-аналогов при перевозке грузов по кольцевым маршрутам на участке Качканар — Смышка	$\sum n_{погр}$	
1.4	Средняя масса тары вагона-аналога	$q_{ваг}^{ан}$	Расчет по формуле (9) по данным маршрута машиниста (форма ТУ-3 ВЦУ)
1.5	Статическая нагрузка оцениваемого вагона	$p_{ст}^{оц}$	Расчет (пояснения к формуле (8))
1.6	Грузоподъемность оцениваемого вагона	—	Согласно ТУ
1.7	Средняя масса тары оцениваемого вагона	$q_{ваг}^{оц}$	Согласно ТУ
1.8	Количество погруженных вагонов-аналогов за год	$N_{год}^{пог}$	КИХ «грузовые перевозки», разделы «Архив по отправлению» и «Архив по прибытию» за 2017 г.
1.9	Коэффициент изменения числа погрузок инновационного вагона из-за изменения его загрузки в результате увеличения осевой нагрузки	k_N	Расчет по формуле (10)
1.10	Груженный рейс вагона-аналога	$R_{гр}$	Длина кольцевого маршрута участка Качканар — Смышка
1.11	Порожний рейс вагона-аналога	$R_{пор}$	
1.12	Полный рейс грузового вагона-аналога	R	$R_{гр} + R_{пор}$
2	Изменение затрат, связанных с расходом топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов		
2.1	Цена 1 кВт·ч электроэнергии на тягу поездов, работающих в грузовом движении:	$e_э$	Расчет по формуле (7)
2.1.1	годовые расходы на электроэнергию для тяги поездов в грузовом движении	$\sum E_{3107}^{эл}$	Внутрифирменная управленческая отчетность о расходах формы 7-у-предприятие за 2017 г. формы ТХО-125 и ТХО-3 по ТЧЭ-1 Смышка за 2017 г. (табл. 4)
2.1.2	годовой расход электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении с учетом небаланса	$\sum A_{гр}^{эл}$	
2.2	Удельный расход электроэнергии на тягу поездов в грузовом движении на участке Качканар — Смышка	$\alpha_э$	ИХ «Локомотивные парки», витрина «Аналитические справки ЦОММ», формы ТУ-3 ВЦУ и ТХУ-3
2.3	Коэффициент изменения основного удельного сопротивления движению оцениваемого вагона в груженом состоянии	$k_{сгр}$	Определяется по формуле (1.4.1) Методики на основе данных испытаний
2.4	Коэффициент изменения основного удельного сопротивления движению оцениваемого вагона в порожнем состоянии	$k_{спор}$	Определяется по формуле (1.4.2) Методики на основе данных испытаний
3	Изменение затрат на содержание верхнего строения пути		
3.1	Удельные расходы на содержание верхнего строения пути на измеритель «1000 тонно-километров брутто»	$e_{т-км}^{всп}$	Расчет на основе данных ХДУУ к формам 7-у-предприятие и ЦО-1 ВЦ
3.2	Коэффициент, отражающий изменение воздействия на путь вертикальных и горизонтальных сил при курсировании инновационного грузового вагона по сравнению с вагоном-аналогом	k_τ	Определяется по формуле (1.6) Методики на основе данных испытаний
4	Изменение затрат на содержание земляного полотна		
4.1	Удельные расходы на содержание земляного полотна на измеритель «1000 тонно-километров брутто»	$e_{т-км}^{зп}$	Расчет на основе данных ХДУУ к формам 7-у-предприятие и ЦО-1 ВЦ
4.2	Коэффициент, отражающий изменение воздействия на земляное полотно (нижнее строение пути) при курсировании инновационного грузового вагона по сравнению с вагоном-аналогом	k_z	Расчет по формуле (1)

затрат). К ним относятся следующие статьи затрат, на которых отражаются расходы, принятые для определения изменения затрат на содержание инфраструктуры в результате эксплуатации грузовых вагонов с осевой нагрузкой 27 т по сравнению с вагонами-аналогами:

ст. 2101 «Работы по текущему содержанию верхнего строения пути»;

ст. 2104 «Работы по текущему содержанию земляного полотна и искусственных сооружений» в части затрат по текущему содержанию земляного полотна;

ст. 2107 «Работы по планово-предупредительной выправке пути и стрелочных переводов»;

ст. 2108 «Диагностика пути и искусственных сооружений с использованием средств и станций»;

ст. 2110 «Капитальные виды ремонта верхнего строения пути»;

ст. 2111 «Капитальные виды ремонта земляного полотна и искусственных сооружений» в части затрат по капитальному ремонту земляного полотна;

ст. 2123 «Обслуживание и текущий ремонт вагонов и путевых машин и механизмов (занятых на текущей эксплуатации)».

Из перечня статей косвенных затрат на основе анализа выделены статьи, на которых отражаются расходы, зависящие от численности производственных работников или непосредственно от прямых затрат на оплату труда (статьи косвенных «зависящих» затрат). К таким статьям по результатам исследований относятся:

в общепроизводственных расходах — ст. 757 «Затраты по оплате труда производственного персонала за непроработанное время», ст. 759 «Оценочное обязательство по оплате отпусков работников (общепроизводственные расходы)» и ст. 761 «Охрана труда и производственная санитария»;

в общехозяйственных расходах — ст. 793 «Платежи по добровольному страхованию работников (за исключением НПФ) (без расходов по содержанию аппарата управления)» и ст. 800 «Обслуживание трудящихся».

В табл. 6 сгруппированы источники исходных данных, необходимых для расчета изменения затрат под влиянием эксплуатации поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т.

Вывод. Разработанные алгоритмы расчета и методы получения исходных данных позволяют произвести экономическую оценку изменения затрат на содержание инфраструктуры и топливно-энергетические ресурсы для тяги при эксплуатации поездов, сформированных из вагонов с осевой нагрузкой 27 т, по сравнению с составами из вагонов с осевой нагрузкой 23,5 т на конкретном участке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика оценки экономической эффективности эксплуатации грузовых инновационных вагонов на железнодорожной инфраструктуре российских железных дорог [Электронный ресурс]: утв. приказом Минтранса России от 23 октября 2017 г. № 457. 18 с. URL: <https://rg.ru/2017/11/22/mintrans-prikaz457-site-dok.html> (дата обращения: 20.06.2018 г.).
2. СТО РЖД 10.002—2015. Вагоны грузовые инновационные. Правила оценки экономической эффективности: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 26.04.2016 г. № 768р с изм. и доп., введенными распоряжением ОАО «РЖД» от 30.08.2016 г. № 1826р. Екатеринбург: УралЮрИздат, 2016. 38 с.
3. Правила тяговых расчетов для поездной работы [Электронный ресурс]: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 12.05.2016 г. № 867р. 513 с. URL: <https://freedocs.xyz/pdf-459110722> (дата обращения: 23.05.2018 г.).
4. ГОСТ Р 55050—2012. Железнодорожный подвижной состав. Нормы допустимого воздействия на железнодорожный путь и методы испытаний: утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 08.11.2012 г. № 703-ст. М.: Стандартинформ, 2013. 15 с.
5. Методика оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения надежности: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 22.12.2017 г. № 2706р. 76 с.
6. Порядок ведения раздельного учета доходов и расходов субъектами естественных монополий в сфере железнодорожных перевозок [Электронный ресурс]: утв. приказом Минтранса России от 12.08.2014 г. № 225. 830 с. URL: <https://www.mintrans.ru/documents/4/4141> (дата обращения: 03.04.2018 г.).
7. Методические рекомендации по расчету единичных и укрупненных расходных ставок для использования в экономических задачах ОАО «РЖД» по перевозочным видам деятельности: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 08.12.2015 г. № 2874р. 28 с.
8. Методика расчета единичных и укрупненных расходных ставок в условиях структурной реформы ОАО «РЖД»: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 07.07.2008 г. № 1426р. 32 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

ГРАНОВСКАЯ Галина Ананьевна,

канд. экон. наук, научный консультант, научный центр «Экономика комплексных проектов и тарифообразование», «АО «ВНИИЖТ»

САФОНОВА Анна Ивановна,

бизнес-аналитик, научный центр «Экономика комплексных проектов и тарифообразование», «АО «ВНИИЖТ»

СУСЛОВ Олег Александрович,

д-р техн. наук, технический эксперт, научный центр «Путевая инфраструктура и вопросы взаимодействия колесо — рельс», АО «ВНИИЖТ»

ОХОТНИКОВ Николай Станиславович,

канд. техн. наук, старший научный сотрудник, лаборатория «Электровагоны», отделение «Тяговый подвижной состав», АО «ВНИИЖТ»

Статья поступила в редакцию 30.06.2018 г., принята к публикации 07.09.2018 г.

Methodical approaches to the economic assessment of costs in the operation of cars with axial load of 27 tons at the section Kachkanar — Smychka

G. A. GRANOVSKAYA, A. I. SAFONOVA, O. A. SUSLOV, N. S. OKHOTNIKOV

Joint Stock Company "Railway Research Institute" (JSC "VNIIZhT"), Moscow, 129626, Russia

Abstract. The most important direction of increasing the efficiency of rail transportation is to increase the load-carrying capacity of freight cars as a result of an increase in axial loads. New car 12-9548-01 with improved technical characteristics has an axial load of 27 tons. The article describes method of calculating the coefficient reflecting the change in the impact of cars with an axial load of 27 tons on the roadbed during transportation in estimated cars compared to transportation in equivalent cars. Algorithms for calculating changes in the cost of fuel and energy costs for train traction and maintenance of the track infrastructure on the site during the operation of trains formed from cars with an axial load of 27 tons are given, as well as methods for determining the initial data for the calculation.

Authors provide values of the coefficient reflecting the change in the impact of vertical and horizontal forces on the railway line when passing freight cars with an axial load of 27 tons compared to analogue cars, and the coefficient of change of the main specific resistance to motion separately for loaded and empty cars.

Developed calculation algorithms and methods for obtaining baseline data allow an economic assessment of changes in infrastructure maintenance costs and fuel and energy resources for the operation of trains formed from cars with an axial load of 27 tons compared to those formed from cars with a load of 23.5 tons at the experimental section Kachkanar — Smychka.

The cost change assessment carried out in 2017 shows a generally definite economic effect, while there is a reduction in costs associated with the consumption of electricity for train traction as a result of the operation of the estimated cars in the experimental section and an increase in the cost of maintaining the track superstructure and the roadbed, which is quite expected for the conditions of the organization of traffic with increased axial loads.

Keywords: freight car; axial load 27 tons; cost change; traction train costs; travel infrastructure costs

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2018-77-6-347-356>

REFERENCES

1. *Methodology for assessing the economic efficiency of operating innovative freight cars on the railway infrastructure of the Russian railways.* Approved by the order of the Ministry of Transport of Russia dated October 23, 2017 No. 457. 18 p. URL: <https://rg.ru/2017/11/22/mintrans-prikaz457-site-dok.html> (retrieved on 20.06.2018) (in Russ.).
2. STO RZD 10.002–2015. *Innovative freight cars. Rules for evaluating economic efficiency.* Approved by the order of JSC "Russian Railways" dated April 26, 2016 No. 768r with amendments

and additions introduced by the order of JSC "Russian Railways" of August 30, 2016 No. 1826r. Ekaterinburg, UralYurizdat Publ., 2016, 38 p. (in Russ.).

3. *Rules of traction calculations for train work.* Approved by the order of JSC "Russian Railways" dated May 12, 2016 No. 867r. 513 p. URL: <https://freedocs.xyz/pdf-459110722> (retrieved on 23.05.2018) (in Russ.).

4. GOST R 55050–2012. *Railway rolling stock. Norms of permissible impact on the railway track and test methods.* Approved by the order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 8, 2012 No. 703-st. Moscow, Standartinform Publ., 2013, 15 p. (in Russ.).

5. *Methods of assessing the impact of rolling stock on the track under the terms of ensuring reliability.* Approved by the order of JSC "Russian Railways" dated December 22, 2017 No. 2706r. 76 p. (in Russ.).

6. *Procedure for maintaining separate accounting of income and expenses by the subjects of natural monopolies in the field of rail transportation.* Approved by the order of the Ministry of Transport of Russia dated August 12, 2014 No. 225. 830 p. URL: <https://www.mintrans.ru/documents/4/4141> (retrieved on 03.04.2018) (in Russ.).

7. *Methodical recommendations for the calculation of single and integrated expenditure rates for use in the economic tasks of JSC "Russian Railways" by transportation activities.* Approved by the order of JSC "Russian Railways" dated December 8, 2015 No. 2874r. 28 p. (in Russ.).

8. *Method of calculating individual and enlarged expenditure rates in the context of the structural reform of JSC "Russian Railways".* Approved by the order of JSC "Russian Railways" dated July 7, 2008 No. 1426r. 32 p. (in Russ.).

ABOUT THE AUTHORS

Galina A. GRANOVSKAYA,
Cand. Sci. (Econ.), Scientific Consultant, Scientific Center "Complex project economics and tariff pricing", JSC "VNIIZhT"

Anna I. SAFONOVA,
Business-analytic, Scientific Center "Complex project economics and tariff pricing", JSC "VNIIZhT"

Oleg A. SUSLOV,
Dr. Sci. (Eng.), Technical expert, Scientific Center "Track infrastructure and issues on wheel — rail interaction", JSC "VNIIZhT"

Nikolay S. OKHOTNIKOV,
Cand. Sci. (Eng.), Senior Reseracher, Laboratory "Electric locomotives", Department "Traction rolling stock", JSC "VNIIZhT"

Received 30.06.2018

Accepted 07.09.2018

■ E-mail: granovskaya.galina@vniizht.ru (G. A. Granovskaya)