

2 Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм. Министерство путей сообщения Российской Федерации. – М. : Техноинформ, 2001. – 255 с.

3 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) ГосНИИВ. – М. : ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.

4 ГОСТ 22235–2010. Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ. – М. : Стандартинформ, 2011. – 19 с.

5 **Филатов, Е. А.** Комплексное обоснование параметров путевого развития железнодорожных станций и геометрических размеров подвижного состава / Е. А. Филатов // Сб. науч. работ Днепропетровского нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна «Транспортные системы и технологии перевозок». – Днепр : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2018. – Вып. 16. – С. 93–101.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Филатов Евгений Анатольевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры управления эксплуатационной работой и охраны труда, filatoff.ea@yandex.by.

УДК 629.424.1:621.311

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСХОДА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ МАГИСТРАЛЬНЫМИ ТЕПЛОВОЗАМИ

С. Я. ФРЕНКЕЛЬ, А. П. ДЕДИНКИН

УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

Объективное нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на тягу поездов является важнейшей предпосылкой решения проблемы энергосбережения. Цель нормирования заключается в установлении плановой меры потребления энергоресурсов на выполняемый объем транспортной работы заданного качества, вскрытия внутренних резервов экономики ТЭР и определении потребности в ТЭР на планируемый период.

Для определения потребности в топливе или электрической энергии структурных подразделений железнодорожного транспорта применяют плановые нормы удельного расхода энергоресурсов (УРЭ), которые представляют собой расчетное значение расхода ТЭР на выполнение тяговым подвижным составом единицы объема перевозочной работы. Плановые нормы УРЭ используют для оценки организации энергоиспользования при совершении перевозочного процесса [1].

Решение задачи нормирования расхода ТЭР напрямую связано с прогнозированием расхода. Очевидно, что погрешность прогнозирования опреде-

ляет качество нормирования, а следовательно и эффективность, принимаемых на основе выполнения норм, управляющих воздействий, направленных на снижение расхода ТЭР в тяге поездов.

Для подразделений локомотивного хозяйства нормы расхода топлива в рассматриваемом периоде времени (месяц, квартал, год) определяют, как правило, путём корректировки величины фактического расхода топлива для выбранного вида движения в соответствующем периоде времени предыдущего года, принимаемого за базовый. Корректировку расхода топлива выполняют в соответствии с величиной и направлением изменения средних значений нормообразующих факторов. Количественную связь между изменением удельного расхода топлива (расхода на измеритель работы) и изменением эксплуатационных факторов, называемых также нормообразующими факторами, определяют коэффициенты влияния в соответствии с выражением

$$e = e^{\circ} + \sum_1^n k_i (x_i - x_i^{\circ}), \quad (1)$$

где e – планируемый удельный расход топлива; e° – фактический удельный расход топлива в базовом периоде; k_i – коэффициент влияния i -го фактора; x_i, x_i° – значения i -го нормообразующего фактора соответственно в нормируемом и в базовом периоде времени.

При таком подходе точность прогноза удельного расхода топлива в значительной степени определяется выбором нормообразующих факторов и значениями коэффициентов их влияния.

До 2012 г. на Белорусской железной дороге действовала методика анализа результатов расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов, изложенная в указании МПС РФ № В-741у от 1997 года [2]. Сложность большого количества расчетных выражений для определения коэффициентов влияния и значительное число поправочных коэффициентов, предлагаемых методикой, не дают уверенности в достоверности определяемых норм.

В настоящее время нормирование расхода топлива на тягу поездов для подразделений локомотивного хозяйства выполняют в соответствии с [3, 4]. Значения коэффициентов влияния нормообразующих факторов при этом получают в результате построения регрессионных моделей по отчетным данным подразделений.

Общим недостатком как одного, так и другого подхода является то, что изменение удельного расхода топлива вследствие изменения i -го нормообразующего фактора $De_i = k_i Dx_i$ вычисляют по изменению среднего за рассматриваемый период его значения [5]. Значение коэффициента влияния принимают для среднего за рассматриваемый период значения нормообразующего фактора.

Для повышения качества прогнозирования удельного расхода топлива целесообразно рассматривать изменение не среднего значения для всего диапазона изменения нормообразующего фактора, а разбив весь диапазон на отдельные интервалы, рассматривать изменение среднего значения нормообразующего фактора для каждого интервала. Например, как это показано на рисунке 1.

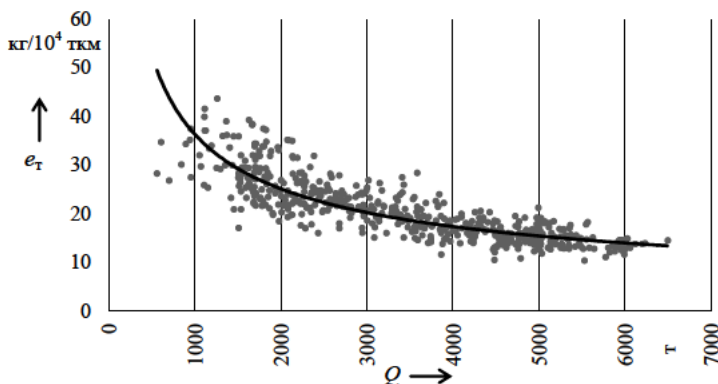


Рисунок 1 – Изменение среднего значения массы состава по интервалам

В этом случае для вычислений требуется значение коэффициента влияния для каждого интервала, т. е. целесообразно построить функцию влияния для каждого из рассматриваемых нормообразующих показателей, которая позволит рассчитывать значение коэффициента влияния для любого значения нормообразующего фактора.

Для построения выражений, позволяющих вычислять значения коэффициентов влияния некоторых нормообразующих факторов, можно использовать информацию, содержащуюся в базе данных автоматизированной системы интегрированной обработки маршрутов машиниста (АС ИОММ). Так при построении полей рассеяния для массы состава, нагрузки на ось влияние этих факторов на удельный расход топлива становится очевидным [6]. Построив линию тренда и продифференцировав уравнение, описывающее эту линию, получаем выражение для зависимости соответствующего коэффициента влияния от нормообразующего фактора (функцию влияния).

Рассмотрим это на примере данных из маршрутных листов машинистов одного из локомотивных депо Белорусской железной дороги.

Для тепловозов серии 2ТЭ10М на рисунке 2 приведено поле рассеяния удельного расхода топлива за поездку в зависимости от массы состава Q с построенной линией тренда. Уравнение линии тренда имеет вид

$$e_t(Q) = 1442,5Q^{-0,533}. \quad (2)$$

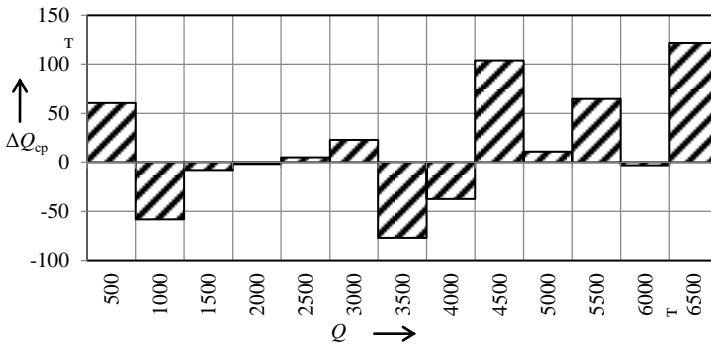


Рисунок 2 – Поля рассеяния удельного расхода топлива за поездку

Продифференцировав это выражение, получаем функцию влияния для массы состава

$$k_Q = -768,85Q^{-1,533} \quad (3)$$

и соответствующую графическую зависимость, приведенную на рисунке 3.

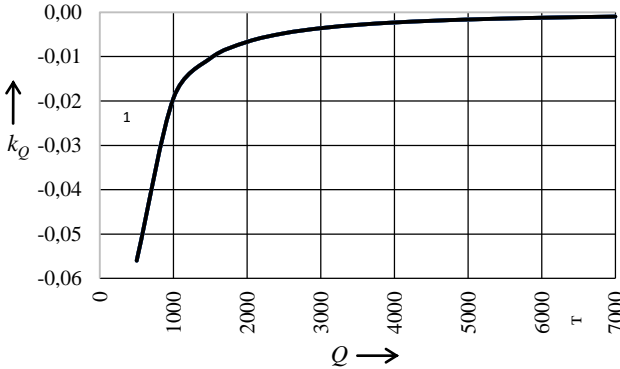


Рисунок 3 – Кривая изменения коэффициента влияния массы состава

Аналогично получают расчетные выражения для средней нагрузки на ось вагона в составе.

Для значений технической и участковой скорости движения (коэффициента участковой скорости) поезда зависимость удельного расхода топлива выражена не так явно, что можно объяснить влиянием факторов, сильнее влияющих на расход топлива (масса состава, нагрузка на ось вагона).

Чтобы выявить влияние технической скорости, исключив влияние остальных факторов, желательно иметь данные о поездках, в которых менялась только техническая скорость, а все остальные факторы оставались бы неизменными. Это можно достичь, моделируя поездки с помощью тяговых расчетов. По результатам таких вычислений строится поле рассеяния и соответствующая линия тренда для технической скорости.

Чтобы получить данные о зависимости удельного расхода топлива на поездку от участковой скорости (коэффициента участковой скорости) следует результаты тяговых расчетов для различных значений технической скорости дополнить данными о количестве и времени стоянок поезда и соответствующем увеличении расхода топлива.

Приведенный подход применим для наиболее значимых эксплуатационных факторов таких как масса состава, нагрузка на ось вагона, техническая и участковая скорость.

Список литературы

1 Энергосбережение на железнодорожном транспорте : учеб. / В. А. Гапанович [и др.] ; под ред. В. А. Гапановича. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2012. – 620 с.

2 Методика анализа расхода энергоресурсов на тягу поездов (приложение к указанию МПС от 20 июня 1997 г. № В-741у).

3 Расчёт нормы расхода энергоресурсов на тягу поездов для подразделений локомотивного хозяйства / С. Я. Френкель [и др.] // Вестник ТашИИТ. – Ташкент, 2013. – 79 с.

4 СТП БЧ 17.217–2012. Расчёт норм расхода дизельного топлива на тягу поездов для подразделений локомотивного хозяйства Белорусской железной дороги. – Минск : М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, 2012. – 23 с.

5 **Френкель, С. Я.** О неучтённых факторах при нормировании расхода топлива по обобщённым показателям / С. Я. Френкель // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2002. – № 2 (5). – С. 6–8.

6 **Френкель, С. Я.** Об исследовании эксплуатационных факторов, определяющих расход дизельного топлива магистральными тепловозами / С. Я. Френкель // Совершенствование конструкции и системы обслуживания локомотивов : Межвузовский сб. науч.-техн. статей. – СПб. : ПГУПС, 2003. – С. 67–71.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

■ Френкель Семен Яковлевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», заведующий кафедрой локомотивов, канд. техн. наук, доцент; sjfrenk@gmail.com;

■ Дединкин Андрей Петрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры локомотивов, магистр техн. наук; adedinkin@yandex.ru.