

теофакторами и расходом дизельного топлива. Это можно объяснить влиянием на него других более сильных эксплуатационных факторов.

Влияние некоторых метеорологических факторов на расход энергоресурсов исследовано с помощью многовариантных тяговых расчетов. При этом использовались полученные другими авторами эмпирические зависимости, отражающие влияние данных факторов на сопротивления движению поезда. Установлено, что, например, для пассажирского поезда, состоящего из 18 вагонов и ведомого тепловозом серии ТЭП60, снижение температуры наружного воздуха с 0°C до -20°C ведет к увеличению расхода топлива тепловозом на 7 %.

Встречный ветер, скорость которого 4 м/с, как показали расчеты, вызывает увеличение расхода топлива на 0,5 %. Попутный ветер той же скорости вызывает снижение расхода топлива на 0,3 %.

Как показали результаты исследований некоторых авторов, существенное влияние на расход энергоресурсов оказывает боковой ветер, увеличивающий трение гребней бандажей о рельсы и осевых шеек в буксах, а также трение от проскальзывания колес из-за разницы диаметров их кругов качения. Постоянный боковой ветер силой 4 м/с ведет к увеличению расхода топлива на 1,2 %. Наиболее заметное влияние на расход энергоресурсов ветер оказывает при относительно невысоких скоростях движения пассажирского поезда (40–60 км/ч).

Таким образом, метеорологические факторы оказывают достаточно существенное влияние на расход дизельного топлива пассажирскими тепловозами. Это следует учитывать при нормировании расхода энергоресурсов пассажирскими локомотивами.

УДК 658.26:656.224

МНОГОФАКТОРНАЯ РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ РАСХОДА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ЗА ПОЕЗДКУ В ПАССАЖИРСКОМ ДВИЖЕНИИ

С. Я. ФРЕНКЕЛЬ, А. П. ДЕДИНКИН

Белорусский государственный университет транспорта

Расход дизельного топлива или электрической энергии локомотивом за поездку в магистральном движении определяется различными эксплуатационными факторами и во многом является вероятностной величиной. Поэтому при его прогнозировании наиболее приемлемым является использование методов математической статистики.

Достаточно точно спрогнозировать расход энергоресурсов за поездку можно с помощью многофакторного регрессионного уравнения, коэффициенты которого определяются по статистическим данным за определенный прошедший период работы локомотивов. Качество регрессионного уравнения, используемого для определения расхода энергоресурсов за поездку, оценивается с помощью множественного коэффициента детерминации R^2 и величины остаточной дисперсии $S_{\text{ост}}^2$.

Важным при построении регрессионной модели является предварительная обработка исходных данных, заключающаяся в отсеиве грубых погрешностей, а также проверке нормальности их распределения.

По данным маршрутных листов машиниста локомотивного депо Гомель Белорусской железной дороги и метеосводок за 2004–2006 годы построены и исследованы различные регрессионные модели расхода дизельного топлива пассажирскими тепловозами за поездку. Установлено, что для принятых исходных данных наиболее приемлемой является многофакторная линейная регрессионная модель с предварительным преобразованием некоторых факторов, входящих в нее. Уравнение регрессии, представляющее эту модель, имеет вид

$$B = a + b_1 A + b_2 S^2 + b_3 \ln(v_T) + b_4 t_{\text{наг}} + b_5 i_{\text{пр}}^2 + b_6 n_{\text{ост}} + b_7 v_{\text{бок}} + b_8 T_{\text{возд}},$$

где $a, b_1, b_2, b_3, \dots, b_8$ – коэффициенты уравнения регрессии; A – перевозочная работа, 104 т·км брутто; S – пробег, км; v_T – техническая скорость движения поезда, км/ч; $t_{\text{наг}}$ – нагон, мин; $i_{\text{пр}}$ – приведенный уклон участка следования, ‰; $n_{\text{ост}}$ – количество остановок поезда на промежуточных станциях; $v_{\text{бок}}$ – скорость бокового ветра, м/с; $T_{\text{возд}}$ – температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

Показатели оценки качества модели составили: $R^2 = 0,921$; $S_{\text{ост}}^2 = 1850$.

Установлено, что продолжительность накопительного периода полученной модели (период времени, за который принимают исходные данные для расчета коэффициентов уравнения регрессии), следует принимать в один месяц, а продолжительность прогнозного периода (время, в течение которого построенная регрессионная модель может быть эффективно использована для расчета норм расхода энергоресурсов на поездку), составляет одну декаду.

Исследования показали, что применение регрессионных моделей позволяет достаточно эффективно рассчитывать нормы расхода энергоресурсов пассажирскими локомотивами.