

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА РАСХОД ТОПЛИВА НА ТЯГУ ПОЕЗДОВ

С. Я. ФРЕНКЕЛЬ, А. П. ДЕДИНКИН, В. А. КУНЕЦ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

К. А. ТКАЧУК
Белорусская железная дорога, г. Минск

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 объём транспортной работы заданного качества, вскрытии внутренних резервов экономии ТЭР и определении потребности в ТЭР на планируемый период.

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, определяют коэффициенты влияния в соответствии с выражением

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

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

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

Общим недостатком как одного, так и другого подхода является то, что изменение удельного расхода топлива вследствие изменения i -го нормообразующего фактора $\Delta e_i = k_i \Delta x_i$ вычисляют по изменению среднего за рассматриваемый период его значения. 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.

В этом случае для вычислений требуется значение коэффициента влияния для каждого интервала. То есть 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 перевозочной работы, массы состава, нагрузки на ось влияние этих факторов на удельный расход топлива становится очевидным. Построив линию тренда и продифференцировав уравнение, описывающее эту линию, получаем выражение для зависимости соответствующего коэффициента влияния от нормообразующего фактора (функцию влияния).

Так, по данным маршрутов машиниста одного из локомотивных депо Белорусской железной дороги для грузового движения построены графические зависимости функций влияния перевозочной работы, которые приведены на рисунке 1, а.

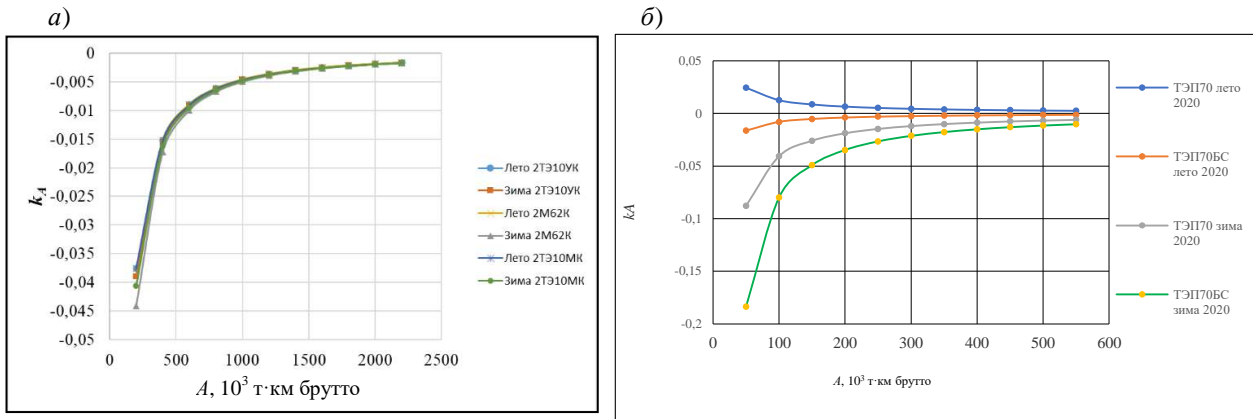


Рисунок 1 – Изменение коэффициента влияния перевозочной работы:
a – грузовое движение; *б* – пассажирское движение

Из рисунка 1, *a* видно, что что время года и серия локомотива мало влияют, например на функцию влияния перевозочной работы. Следовательно, при прогнозировании изменения удельного расхода топлива можно принимать одну и ту же функцию влияния независимо от времени года и серии локомотива.

Однако при исследовании данных для пассажирского движения были получены зависимости, приведённые на рисунке 1, *б*.

Очевидно, что характер кривых для летних месяцев, особенно для тепловозов ТЭП70, отличается от зимних и от аналогичных кривых, построенных для грузового движения. Анализ полей рассеяния, приведённых на рисунке 2 *a*, позволяет выделить поездки с удельным расходом до $25 \text{ кг}/10^4 \text{ тк}\cdot\text{м}$, выполненные в основном с работой до $175 \times 10^4 \text{ т}\cdot\text{км}$.

Все эти поездки выполнены поездами с одним и тем же номером, при этом техническая скорость в соответствии с графиком движения значительно ниже, чем у остальных поездов. Исключив данные об отмеченных поездках (рисунок 2, *б*) и построив функции влияния, получаем зависимости, приведённые на рисунке 3.

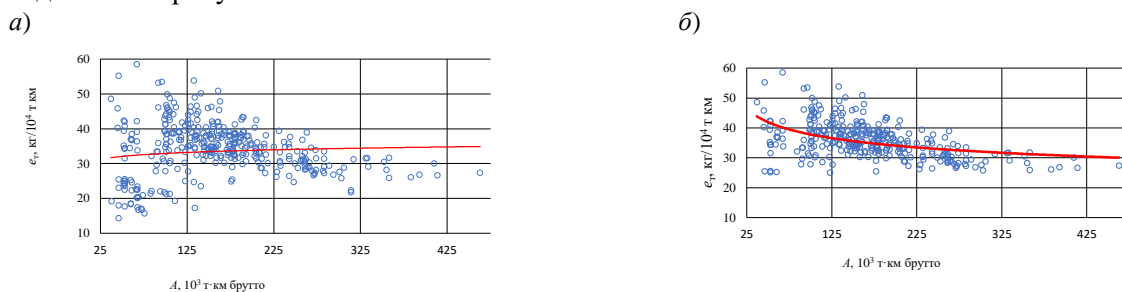


Рисунок 2 – Поля рассеяния удельного расхода топлива на поездку

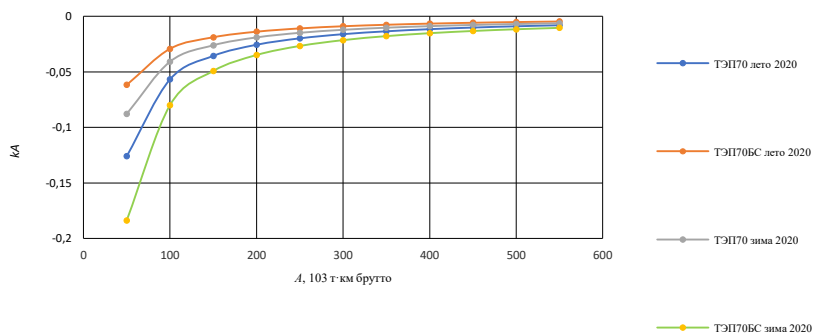


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента влияния перевозочной работы

Таким образом, при построении функций влияния некоторых факторов, определяющих удельный расход топлива на тягу поездов, например перевозочной работы, следует рассматривать отдельно поезда, график движения которых значительно отличается от других, что проявляется на соответствующих полях рассеяния.

УДК 629.4.016.15

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МАГИСТРАЛЬНЫМИ ЛОКОМОТИВАМИ

С. Я. ФРЕНКЕЛЬ, А. А. ЯНЧЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

О. А. КОМАРИНЦЕВ

Белорусская железная дорога, г. Гомель

В практике энергетических расчётов, связанных с движением поездов, широкое применение находят статистические методы моделирования расхода энергоресурсов на тягу поездов. Сущность таких методов состоит в определении корреляционных связей между значением расхода энергоресурсов и случайными значениями факторов, его определяющих, в виде уравнения регрессии. Исходными данными для составления уравнений регрессии может служить информация из маршрутов машиниста.

Для исследования приняты маршруты машиниста при работе в грузовом и пассажирском движении. Информация о маршрутах получена из базы данных АС ИОММ в формате табличного процессора Microsoft Excel.

Анализ маршрутных листов показывает, что расход энергоресурсов изменяется в широких пределах, что в значительной степени определяется воздействием случайных факторов, изменяющихся от поездки к поездке. Приведённые на рисунках 1, 2 поля рассеяния дают представление о влиянии на расход электроэнергии за поездку одного из наиболее значимых эксплуатационных факторов – перевозочной работы.

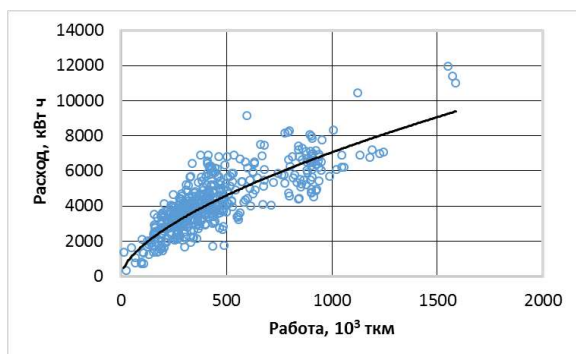


Рисунок 1 – Зависимость расхода электроэнергии от выполненной перевозочной работы

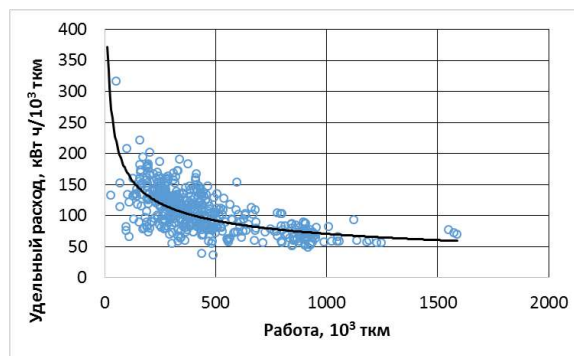


Рисунок 2 – Зависимость удельного расхода электроэнергии от выполненной перевозочной работы

На рисунках 1, 2 следует отметить заметный разброс точек, каждая из которых представляет одну поездку. Этот разброс отражает влияние других значимых факторов.

Разграничить действие отдельных факторов и оценить их влияние на расход энергоресурсов за поездку можно методами регрессионного анализа. На практике широкое применение нашли многофакторные регрессионные модели. Построение регрессионных моделей позволяет оценить одновременное влияние на расход энергоресурсов нескольких случайных факторов, что характерно для рассматриваемой задачи.

Таким образом, применение статистических методов обработки информации из маршрутных листов позволяет моделировать расход топлива или электроэнергии на тягу поездов за поездку.