

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ГРУЗОВЫМИ ТЕПЛОВОЗАМИ

В. А. Шаповалов

*Учреждение образования «Белорусский государственный
университет транспорта», г. Гомель*

Научный руководитель канд. техн. наук, доц. С. Я. Френкель

Моделирование расхода топлива применяют для прогнозирования, оценки качества работы локомотивных бригад и теплотехнического состояния тепловоза.

Расход топлива магистральными тепловозами зависит от многих эксплуатационных факторов: массы состава, нагрузки на ось вагона, перевозочной работы, пробега локомотива с составом, технической и участковой скорости и др. Для моделирования расхода топлива за поездку возможно применение регрессионного анализа [1].

В качестве исходных данных для построения модели используют информацию о поездках [2]. Наибольший интерес представляют масса состава Q , нагрузка на ось вагона q_0 , пробег S , перевозочная работа A , расход топлива за поездку E , количество осей $n_{осей}$, техническая скорость v_T и коэффициент участковой скорости $K_{уч}$.

В рамках данного исследования моделирование выполнено на основе данных о поездках, совершенных локомотивными бригадами одного из депо Белорусской железной дороги осенью 2020 г. Для определения того, какие факторы следует включать в модель, был произведен их корреляционный анализ при помощи «Пакета анализа» программы *Microsoft Excel*. Результаты корреляционного анализа приведены в таблице.

Корреляция между эксплуатационными факторами

Показатель	Q	q_0	A	S	v_T	$K_{уч}$
Q	1,00					
q_0	0,97	1,00				
A	0,97	0,95	1,00			
S	0,02	0,08	0,23	1,00		
v_T	0,09	0,10	0,14	0,39	1,00	
$K_{уч}$	0,46	0,41	0,46	0,12	0,34	1,00

Таким образом, можно сделать вывод о значительной взаимосвязи между массой состава, осевой нагрузкой и перевозочной работой, что может повлиять на результаты моделирования [1]. Поэтому в модель включены работа, пробег, техническая скорость и коэффициент участковой скорости, а также расход топлива за поездку в качестве зависимой переменной.

Для построения линейной регрессионной модели воспользуемся надстройкой «Пакет анализа» программы *Microsoft Excel*. Коэффициент детерминации модели $R^2 = 0,96$ означает, что условная дисперсия модели достаточно мала.

Уравнение регрессии имеет вид:

$$E = 0,927A + 5,536 \cdot S - 7,694 \cdot v_T - 60,786 \cdot K_{уч}.$$

Используем модель для расчета нормы расхода топлива на поездки, совершенные осенью 2021 г. Для определения возможности использования для 2021 г. моде-

ли, построенной на факторах за 2020 г., были построены гистограммы распределения эксплуатационных факторов, приведенные на рис. 1–4, на которых видно, что эксплуатационные факторы поездок за рассматриваемые периоды времени распределены похожим образом.

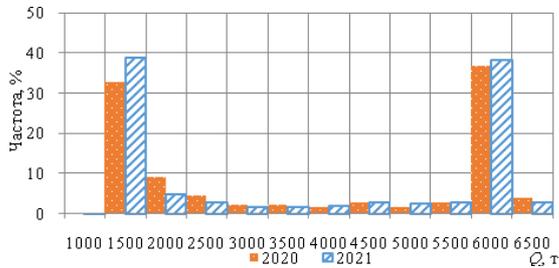


Рис. 1. Гистограмма распределения массы состава

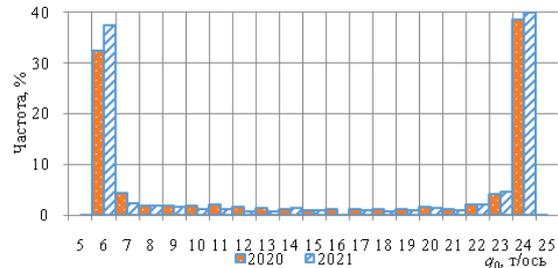


Рис. 2. Гистограмма распределения осевой нагрузки

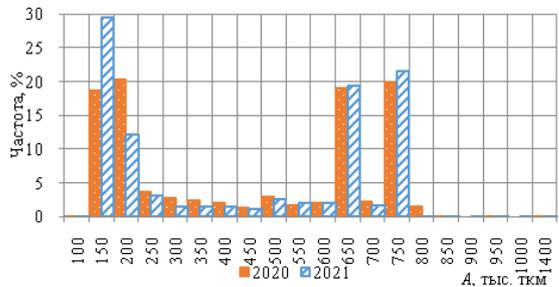


Рис. 3. Гистограмма распределения перевозочной работы

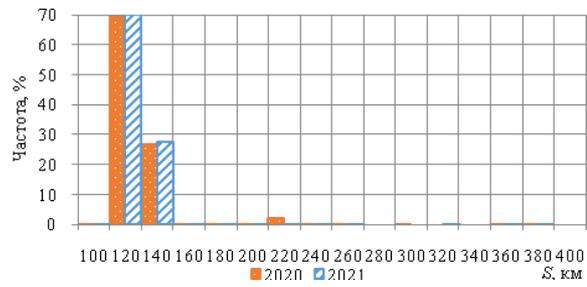


Рис. 4. Гистограмма распределения пробега

Моделирование расхода топлива на поездку в локомотивном депо осуществляется согласно инструкции. О качестве модели свидетельствует отсутствие влияния эксплуатационных факторов на выполнение нормы расхода топлива. Для определения данного влияния были построены поля рассеяния, представленные на рис. 5–10, и проведены линии тренда.

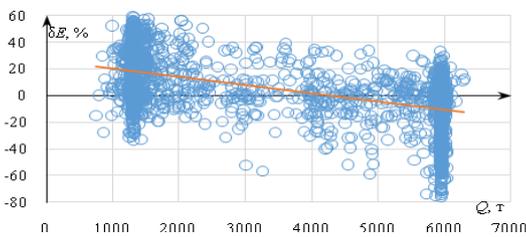


Рис. 5. Отклонение от нормы расхода топлива по депо в зависимости от массы состава

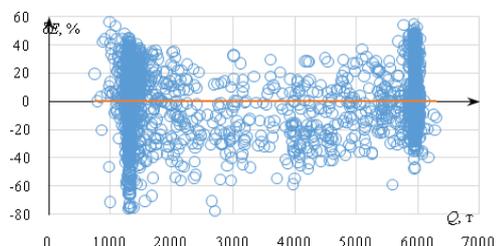


Рис. 6. Отклонение от нормы расхода топлива по модели в зависимости от массы состава

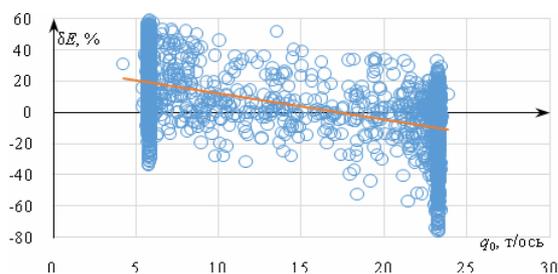


Рис. 7. Отклонение от нормы расхода топлива по депо в зависимости от осевой нагрузки

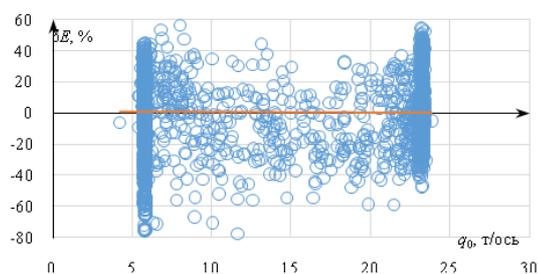


Рис. 8. Отклонение от нормы расхода топлива по модели в зависимости от осевой нагрузки

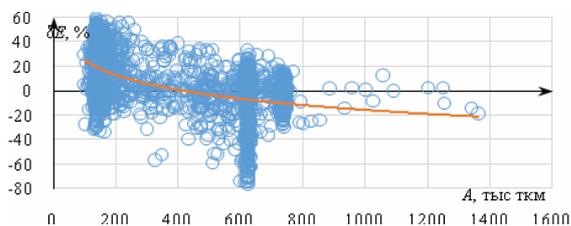


Рис. 9. Отклонение от нормы расхода топлива по депо в зависимости от перевозочной работы

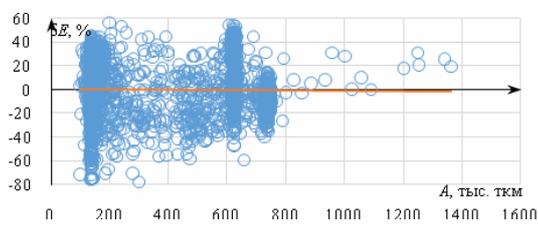


Рис. 10. Отклонение от нормы расхода топлива по модели в зависимости от перевозочной работы

Анализ приведенных диаграмм показал, что при моделировании расхода топлива в локомотивном депо проявляется влияние эксплуатационных факторов на отклонение от нормы расхода топлива. Для регрессионной модели влияние не прослеживается.

Таким образом, можно сделать вывод, что качество моделирования расхода топлива с использованием регрессионного анализа значительно выше. Это позволяет более качественно оценивать работу локомотивных бригад, теплотехническое состояние локомотива и планировать мероприятия по энергосбережению на железной дороге.

Литература

1. Гарри, С. Прикладной регрессионный анализ / С. Гарри, Н. Дрейпер. – изд. 3-е. – М. : Вильямс, 2016. – 912 с.
2. Френкель, С. Я. Моделирование расхода электроэнергии магистральными локомотивами / С. Я. Френкель, А. А. Янченко, О. А. Комаринцев // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 25–26 нояб. 2021 г. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. железная дорога, Белорус. гос. ун-т транспорта ; под. общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель, 2021. – С. 176–177.