

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ТРОЛЛЕЙБУСОВ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

В. А. ПАЦКЕВИЧ, В. Н. ГАЛУШКО, Т. С. КОРОЛЁНОК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Целью данного исследования является разработка более объективной зависимости удельного расхода электроэнергии троллейбусов для целей нормирования, прогнозирования электропотребления, а также разработка рекомендаций по оперативному корректированию основных параметров удельного расхода электроэнергии троллейбусов.

Условия эксплуатации маршрутных транспортных средств связаны с рядом показателей: расходом электроэнергии или топлива, ресурс шин, расходом запасных частей, выбросом продуктов износа шин и тормозных накладок, потерями линейного времени (надёжность) и другими.

По результатам исследования расхода электроэнергии на троллейбусных маршрутах проведен статистический анализ влияющих факторов. Изучена коррелированность различных параметров. В качестве одного из способов оценки сложности маршрута использовался хорошо себя зарекомендовавший алгоритмический метод. Сущность данного метода заключается в разложении рабочего процесса на качественно различные элементарные составляющие. Была составлена схема маршрута с указанием остановок и их особенностей, поворотов, подъемов, спусков, светофоров, и т.д. По каждой операции водителя на основе разработанных алгоритмов был произведен количественный анализ деятельности в виде числа членов алгоритма. Так как маршруты отличаются между собой по длине и времени выполнения рейса, то в качестве сравнительных характеристик использовались удельные величины.

По данным счетчиков электроэнергии на троллейбусах за 2012 и 2013 гг. для всех типов троллейбусов (АКСМ-20101, АКСМ-20102 и т. д.) определяли фактический расход электроэнергии по маршрутам. Исследуемые параметры коррелируют между собой для месяцев с положительной температурой окружающей среды (коэффициент корреляции составил 0,637), для зимних месяцев такая связь не установлена.

Также получена высокая обратная линейная связь между удельным фактическим расходом электроэнергии и средней эксплуатационной скоростью на маршруте. Коэффициент корреляции 0,8356 (для летних месяцев). То есть чем больше средняя скорость, тем меньше удельное потребление электроэнергии, что можно объяснить большим КПД электродвигателя при большей скорости (постоянная составляющая потерь почти не меняется от коэффициента загрузки). Для зимних месяцев года (декабрь, январь) данная зависимость не значима. Здесь можно предположить более значимый характер влияния на электропотребление других факторов (подогрев салона, коэффициент сцепления колеса с дорожным покрытием и пр., состояние дорог).

Оцененная множественная регрессионная модель июня для АКСМ-20101 между удельной сложностью передвижения, скоростью и удельным фактическим расходом электроэнергии для маршрутов указывает на высокую значимость (коэффициент множественной корреляции 0,9 и уровень значимости $p = 0,000106$). Уравнение приняло следующий вид

$$C_{уд. эл.} = 3,91 - 0,0244C_{уд. сложн} - 0,1C_{ср. скор.}$$

По результатам анализа приведена зависимость удельного среднего фактического расхода электроэнергии по месяцам года от января до декабря с нанесенной средней годовой линией удельного фактического расхода. Наибольшее удельное электропотребление приходится на ноябрь, декабрь, январь, февраль, что коррелирует со средней температурой окружающей среды (коэффициент корреляции 0,878, результат соответствует прямой, высокой линейной связи).

С помощью экспертного метода выделили следующие факторы, влияющие на увеличенное электропотребление в зимние месяцы:

- дополнительные электрические расходы на отопление салона;
- внутреннее и наружное освещение вследствие уменьшения длины светового дня;

- пробуксовка, связанная с состоянием покрышек и дорожного полотна при больших отрицательных температурах;
- плохое состояние дороги;
- изменение вязкости смазок в узлах трения.

На основании полученных результатов коррелированности данных удельный расход электроэнергии троллейбусом предложено делить на три составляющие:

- основная составляющая, зависящая от сложности передвижения на маршруте ($\alpha C_{\text{сложн}}$);
- дополнительные составляющие – удельное потребление электроэнергии, пропорциональное температуре окружающей среды ($C_{\text{с}} t^{\beta_{\text{с}}}$) и средней эксплуатационной скорости ($C_v v$).

Суммарное электропотребление каждым типом троллейбуса

$$w = (\alpha C_{\text{сложн}} + C_{\text{с}} t^{\beta_{\text{с}}} + C_v v) L,$$

где L – пробег троллейбуса, км; α , β – коэффициенты линейной и степенной регрессии, полученные для каждого исследуемого типа троллейбуса с помощью программ статистического анализа.

Процедура пошагового регрессионного анализа в большинстве расчетов отбрасывала составляющую $C_v v$, как значимо не влияющую, а коэффициент детерминации для оставшегося уравнения составлял выше 0,9, расчетное значение статистики Фишера всегда значительно больше критического.

На основании полученных в исследовании статистических результатов можно формировать наиболее объективную зависимость удельного расхода электроэнергии троллейбусов в зависимости от пробега для целей нормирования и прогнозирования электропотребления, в некоторых случаях выявлять ошибки в работе счетчиков электроэнергии.

УДК 621.331

ОСОБЕННОСТИ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ФИЛИАЛАХ ОАО «РЖД»

А. А. ПАЩЕНКО

Московский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

ОАО «РЖД» является крупнейшим корпоративным потребителем энергоресурсов в стране. Политика компании на современном этапе требует реализации инновационных ресурсосберегающих технологий на уровне современных мировых стандартов. Приоритеты программы ресурсо-сбережения определяются структурой расходов компании. Наибольшая доля расхода топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в компании по-прежнему приходится на локомотивный комплекс (Дирекцию тяги). Совершенствование методов нормирования, анализ и прогнозирование расхода топлива и электрической энергии локомотивами на тягу поездов практически не требует больших материальных затрат.

Правильно установленные нормы являются мобилизующим фактором для локомотивных бригад на экономное расходование энергоресурсов, служит надежным показателем технического состояния локомотивов и уровня теплотехнической работы депо в целом. Значительный спад объемов перевозок в последнее время привел к росту удельных энергозатрат. Поэтому в создавшихся условиях большое значение приобретает качество нормирования расхода топлива и электроэнергии.

В настоящее время при расчете удельных норм на всех уровнях планирования на дороге используется «Методика анализа результатов расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов» № ЦТД-26, утвержденная указанием МПС от 20.06.1997 г. и основанная на комплексе программ для ЭВМ.

Плановые удельные нормы – нормы очень напряженные, поскольку при их расчете заложены повышенные размеры нормообразующих показателей использования подвижного состава, которые значительно отличаются от фактических.

В настоящее время основным методом установления норм расхода топлива для локомотивов является расчетный метод. Существует несколько видов этого метода: аналитический, энергетический и графический.

Аналитический метод предусматривает определение расхода топлива в единицу времени по паспортным данным для каждого локомотива.