

УДК 629.424.1:629.4.016.15

С. Я. ФРЕНКЕЛЬ, кандидат технических наук, А. П. ДЕДИНКИН, аспирант, Белорусский государственный университет транспорта; Е. И. ШУБИН, кандидат технических наук, начальник ГБАС КТЦ, С. Ф. ФЕДОРУЩЕНКО; заместитель начальника ГБАС КТЦ, Гомельское бюро автоматизированных систем конструкторско-технического центра Белорусской железной дороги, г. Гомель

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ МАГИСТРАЛЬНЫМИ ЛОКОМОТИВАМИ

Объективная оценка работы локомотивной бригады и теплотехнического состояния локомотива требует научно обоснованного нормирования расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов. Качество и объективность нормирования в значительной степени зависят от опыта и квалификации машиниста-инструктора по теплотехнике. Всё более широкое применение находят статистические методы прогнозирования расхода топлива на тягу поездов, позволяющие количественно оценить влияние каждого случайного фактора на расход топлива. Разграничить действие отдельных факторов и оценить их влияние на расход топлива можно методами регрессионного анализа. Уравнения регрессии можно использовать для нормирования расхода топлива на поездку. При этом за норму принимается некоторая среднестатистическая поездка. Для реализации предложенного подхода к нормированию сотрудниками кафедры «Тепловозы и тепловые двигатели» БелГУТа и ГБАС КТЦ Белорусской железной дороги разработано и передано для опытной эксплуатации программное обеспечение автоматизированной системы нормирования расхода энергоресурсов на поездку – АСН. Проверка работы АСН на массивах маршрутных листов некоторых локомотивных депо Белорусской железной дороги и опытная эксплуатация системы показали целесообразность и техническую возможность внедрения АСН.

Расходы на топливо и электроэнергию, потребляемые на тягу поездов, являются наибольшей составляющей расходов локомотивного хозяйства. В связи с этим беспорна актуальность проблемы снижения расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов. Особое значение приобретает необходимость решения названной проблемы в условиях повышения цены топливно-энергетических ресурсов.

Снижение расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов возможно как за счет совершенствования конструкции подвижного состава, так и в результате проведения организационно-технических мероприятий.

К организационно-техническим мероприятиям, обеспечивающим снижение потребления энергоресурсов на тягу поездов, в частности, можно отнести стимулирование топливо(энерго)сбережения локомотивными бригадами и другими причастными работниками железнодорожного транспорта. Организация стимулирования топливо(энерго)сбережения должна опираться на объективную оценку работы локомотивной бригады и теплотехнического состояния локомотива. Такая оценка требует научно обоснованного нормирования расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов, исключая влияние субъективного фактора.

В локомотивных депо Белорусской железной дороги все расчеты, связанные с обработкой информации из маршрутных листов машиниста и, в частности, с нормированием расхода энергоресурсов на поездку, выполняются с помощью программного комплекса интегрированной обработки маршрута машиниста (ИОММ). При этом вся информация из маршрутных листов вводится в па-

мять компьютера группы учета локомотивного депо, включенного посредством модемной связи в единую информационную сеть Бел. ж. д.

Программный комплекс ИОММ обеспечивает расчёт расхода топлива на ведение конкретного поезда в соответствии с макетом дороги, определяющим участки работы локомотивных бригад. Для установки норм расхода топлива машинистом-инструктором по теплотехнике депо в дорожную ЭВМ направляются макеты устанавливаемых норм расхода на тягу поездов ТП1, на маневровую работу ТМ1 и дополнительные нормы ДОПН. На основании этих макетов программный комплекс ИОММ формирует удельные нормы расхода топлива на тягу поездов, на маневровую работу и дополнительные нормы расхода. Нормирование расхода топлива на тягу поездов на текущий месяц производится исходя из планового задания удельного расхода.

Сопоставляя фактический расход топлива за определённый период и действующие на данный период времени нормы, машинист – инструктор по теплотехнике корректирует нормы. Корректировка зависит от исходной величины – удельного расхода топлива по депо в целом.

Для ежесуточного контроля выполнения плановой удельной нормы в целом и по видам движения программный комплекс «ИОММ» выдает отчёт формы ТХО-9 и справку о выполненной по видам движения работе. Опираясь на информацию, содержащуюся в названных документах, теплотехник оперативно изменяет нормы расхода топлива.

Внедрение ИОММ позволило обрабатывать значительные объёмы информации о поездках

машинистов и локомотивов, но качество и объективность нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов, тем не менее, в значительной степени зависят от опыта и квалификации машиниста – инструктора по теплотехнике.

В практике энергетических расчётов, связанных с движением поездов, находят всё более широкое применение статистические методы прогнозирования расхода топлива на тягу поездов, позволяющие количественно оценить влияние каждого случайного фактора, изменяющегося от поездки к поездке, на расход топлива. Сущность названного подхода состоит в определении корреляционных связей между значением расхода топлива и случайными значениями факторов, его определяющих, в виде уравнения регрессии.

Исследования возможности нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов, основанные на статистических методах, выполнены в разное время в ОмИИТе [1], МИИТе [2], ДИИТе [3] и БелГУТе [4–6].

Исходными данными для составления уравнения регрессии могут служить материалы опытных поездок, в процессе которых фиксируют значения расхода топлива и влияющих на него эксплуатационных факторов, либо информация из маршрутных листов. В качестве влияющих эксплуатационных факторов обычно рассматривают массу состава, среднюю осевую нагрузку вагона, техническую и участковую скорости движения и другие факторы, информация о которых содержится в маршрутных листах [7].

Получение экспериментальных данных с помощью тягово-энергетических испытаний не только трудоёмко, но требует дополнительных затрат, в частности, на топливо. В то же время много ценной информации содержится в маршрутных листах машинистов. Анализ маршрутных листов показывает, что расход топлива изменяется в широких пределах, что в значительной степени определяется воздействием случайных факторов, изменяющихся от поездки к поездке [8]. Разграничить действие отдельных факторов и оценить их влияние на расход топлива можно методами регрессионного анализа. Построение регрессионных моделей позволяет оценить влияние на расход топлива не только одного случайным образом меняющегося фактора при определённом уровне других, но и одновременное действие нескольких случайных факторов, что характерно для рассматриваемой задачи.

Таким образом, применение статистических методов обработки информации из маршрутных листов может позволить, автоматизировав процесс расчета и корректировки норм расхода дизельного

топлива или электроэнергии, вне зависимости от опыта и квалификации машиниста-инструктора по теплотехнике обеспечить объективное нормирование расхода энергоресурсов на поездку [4–5].

Применение аппарата регрессионного анализа для нормирования расхода дизельного топлива магистральными тепловозами требует преобразования информации из маршрутных листов и квитанций к ним к виду, удобному для последующей обработки. Эта информация о номере маршрута, дате поездки, серии локомотива и его номере, табельном номере машиниста, коде участка, по которому осуществлялось движение, пробеге и выполненной перевозочной работе, фактическом расходе топлива за поездку, числе остановок на промежуточных остановочных пунктах и др. Часть информации можно вычислить по данным из маршрутного листа. Это время хода поезда по участку, которое вычисляют как разность между временем прибытия поезда на конечную станцию и временем его отправления с начальной станции. Время стоянок находят путём сложения простоев на каждой из промежуточных станций. Разность между временем хода поезда и суммарным временем его простоя на промежуточных остановочных пунктах является чистым временем хода поезда по участку.

Значения технической v_t и участковой v_y скоростей вычисляют в соответствии с выражениями

$$v_t = \frac{s}{t_q}, \quad (1)$$

$$v_y = \frac{s}{t_n}, \quad (2)$$

где s – пройденный путь, км; t_q , t_n – чистое и полное времена хода по участку соответственно, ч.

Удельный расход топлива, кг/10⁴ т·км брутто,

$$e_t = \frac{B_\phi}{A_n}, \quad (3)$$

где B_ϕ – фактический расход топлива за поездку, кг; A_n – перевозочная работа, 10⁴ т·км брутто.

Если поезд на промежуточных остановочных пунктах меняет состав (отцепка или прицепка вагонов), то для расчетов будем принимать в качестве массы и числа осей в составе их средневзвешенные значения, вычисляемые в соответствии с выражениями (4) и (5).

Средневзвешенная масса состава, т,

$$Q_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i s_i}{\sum_{i=1}^n s_i}, \quad (4)$$

средневзвешенное количество осей в составе за поездку

$$N_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i s_i}{\sum_{i=1}^n s_i}, \quad (5)$$

где Q_i , N_i – масса состава и число осей в составе при следовании по i -му отрезку пути; s_i – длина i -го участка пути, км.

Средняя осевая нагрузка

$$q_o = \frac{Q_{\text{cp}}}{N_{\text{cp}}}. \quad (6)$$

После вычисления значений скорости движения и осевой нагрузки их проверяют на наличие грубых ошибок. В случае обнаружения нереальных значений маршрут, содержащий такие данные, отсеивается и в дальнейшем не рассматривается.

После предварительного анализа эксплуатационных факторов строят уравнения регрессии [4]

$$B = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_m x_m \quad (7)$$

где $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$ – коэффициенты регрессии, индекс при коэффициенте соответствует индексу объясняющей переменной; x_1, x_2, \dots, x_m – объясняющие переменные, в качестве которых принимают перевозочную работу, техническую и участковую скорости, средневзвешенные массу и количество осей и др.

Такие уравнения регрессии можно использовать для нормирования расхода топлива на поездку. При этом за норму принимается некоторая среднестатистическая поездка. Применение вычислительной техники позволяет ускорить процесс нормирования, повысить качество нормирования за счет обработки больших объемов априорной информации о поездках и снизить влияние субъективного фактора на качество нормирования. Для повышения качества нормирования расхода топлива на поездку возможно разделение регрессионных моделей по видам движения, сериям локомотивов, обслуживаемым участкам, временам года и т. д.

Для реализации предложенного подхода к нормированию расхода дизельного топлива сотрудниками кафедры «Тепловозы и тепловые двигатели» БелГУТа и Гомельского бюро автоматизированных систем конструкторско-технического центра Белорусской железной дороги (ГБАС КТЦ) разработано и передано для опытной эксплуатации программное обеспечение автоматизированной системы нормирования расхода энергоресурсов на поездку – АСН, которая функционально строится как часть системы ИОММ. Основной частью АСН является программа, производящая расчет коэффициентов пропорциональности регрессионной модели, используя при этом информа-

цию из массива маршрутов машиниста за определенный промежуток времени. Обработка осуществляется по мере накопления заданного количества маршрутов в электронном виде либо по прошествии заданного периода времени. В соответствии с построенными уравнениями регрессии автоматически вычисляются значения нормы расхода топлива локомотивом за поездку. Уравнения регрессии применяют для расчета нормы расхода топлива за поездку до тех пор, пока не будет обработана следующая партия маршрутных листов. После этого уточняются коэффициенты уравнений регрессии, и нормы расхода рассчитывают по скорректированным моделям.

Для повышения качества нормирования расхода энергоресурсов в качестве аргументов уравнения регрессии вводят средние за поездку значения температуры атмосферного воздуха, скорости и направления ветра, а также значение эквивалентного уклона участка.

Проверка работы АСН на массивах маршрутных листов некоторых локомотивных депо Белорусской железной дороги и опытная эксплуатация системы в локомотивном депо Гомель показали целесообразность и техническую возможность внедрения АСН. Вместе с тем выявилась необходимость решения некоторых организационных задач. Среди них организация получения и предварительной обработки информации о погодных условиях, получение информации о модели дороги и расписании движения поездов не только на период запроса, но и за время, в течение которого накапливалась информация, используемая для построения регрессионных моделей расхода топлива.

Список литературы

- 1 **Медлин, Р. Я.** Нормирование расхода энергоресурсов / Р. Я. Медлин, Е. А. Сидорова // Электрическая и тепловозная тяга. – 1989. – № 2. – С. 37–40; № 3. – С. 35–39; № 4. – С. 41–42; № 5. – С. 42–45.
- 2 **Розенфельд, В. В.** Теория электрической тяги / В. В. Розенфельд [и др.] ; пол ред. И. П. Исаева. – М. : Транспорт, 1995. – 294 с.
- 3 **Федорец, В. А.** Моделирование энергозатрат на тягу поездов / В. А. Федорец // Оптимизация управления и повышение эффективности работы локомотивов : междуз. сб. науч.-техн. ст. – Гомель : БелГУТ, 1987. – С. 30–34.
- 4 **Френкель, С. Я.** О нормировании расхода дизельного топлива магистральными тепловозами / С. Я. Френкель // Наука – образованию, производству, экономике : материалы междунар. науч.-техн. конф. Т.1. – Мн. : УП «Технопринт», 2003. – С. 238–242.
- 5 **Френкель, С. Я.** О построении системы нормирования расхода дизельного топлива магистральными тепловозами / С. Я. Френкель // Новое в конструкции и технологии обслуживания локомотивов: тез. докл. науч.-техн. конф. – СПб. : ПГУПС, 2003. – С. 32–33.
- 6 **Френкель, С. Я.** Выбор метода нормирования расхода дизельного топлива магистральными тепловозами и его оценка / С. Я. Френкель, В. И. Ожигин // Проблемы безопасности

на транспорте: тез. докл. на международ. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2002. – С. 98–100.

7 Рациональные режимы вождения поездов и испытания локомотивов / под ред. С. И. Осипова. – М. : Транспорт, 1984. – 280 с.

Получено 12.10.2006

S. J. Frenkel, A. P. Dedinkin, E. I. Shubin, S. F. Fedorushchenko. The quality improvement of the power resources expanse rate setting by the main-line locomotives.

The objective rating of the locomotive crew work and the heat engineering condition of a locomotive requires scientifically grounded rate setting of fuel power expenses of the resources on train traction. Quality and objectivity of the setting depend to a considerable degree on the experience and qualification of the heat engineering instructor driver (operator). More widely adopted are statistic prognostication methods of the fuel expenses on train traction, which allow to estimate quantitatively the influence of each fortuity factor, influencing the fuel expense. To differentiate the separate factors action and estimate their influence on the fuel expense they use the methods of regress analysis. One can use the regress equation for the rate setting of fuel expense on a trip. A certain average trip is assumed as a standard. To realize the offered approach to the rate setting the staff of the chair “Diesel locomotives and diesel locomotives engines” of the Belarussian State University of Transport and MOAS CTC of the Belarussian railways have developed and put into operation the automatic system software of the rate setting of the power resources expense on a trip – ASS. The ASS operation control on the data array of the running schedule of some locomotive depots of the Belarussian railways and the experimental system exploitation have shown the expediency and the technical potentiality of the ASS introduction.

8 Френкель, С. Я. Влияние некоторых эксплуатационных факторов на расход топлива магистральными тепловозами / С. Я. Френкель // Совершенствование конструкции, ремонта и обслуживания подвижного состава железных дорог: сб. науч. ст. – Гомель : БелГУТ, 1998. – С. 98–102.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2007. № 1–2(14–15)

УДК 621.391(075.8)

П. М. БУЙ, аспирант, М. Н. БОБОВ, доктор технических наук, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Рассматривается необходимость построения математической модели средств аутентификации для формирования системы реальных оценок их эффективности. Приводится математическое описание функций системы защиты от несанкционированного доступа. Делается утверждение о том, что средства аутентификации относятся к классу средств защиты каналов доступа. Приводится доказательство данного утверждения на основании аналитического сопоставления функций, выполняемых средствами защиты каналов доступа и средствами аутентификации.

Защита информации и информационная безопасность играют одну из ключевых ролей в управлении железнодорожным транспортом, в решении проблем безопасности движения, пассажирских и грузовых перевозок. Особенно актуальными эти вопросы стали в последнее время, в рамках динамично нарастающей информатизации отрасли.

Информатизация Белорусской железной дороги на данном этапе заключается в массовой компьютеризации, объединении персональных ЭВМ (ПЭВМ) с телекоммуникационными средствами и их организация в локальные и корпоративные сети, широкое внедрение информационно-управляющих автоматизированных систем. Эти факторы приводят к увеличению потенциальных угроз информационной и экономической сферам Белорусской железной дороги.

Внедряемые на железнодорожном транспорте современные телекоммуникационные и компью-

терные технологии и создаваемые корпоративные сети отрасли являются основой для ее дальнейшего развития [1]. Вместе с тем они обуславливают появление возможностей несанкционированного доступа (НСД) к информации, нарушения ее конфиденциальности, несанкционированного искажения и уничтожения.

1 Основные функции системы защиты от несанкционированного доступа. Защита информации в корпоративных сетях (КС) от перечисленных выше угроз обеспечивается использованием технических средств и организационных мер, объединённых в единую систему защиты. Определим основные функции, которые должна выполнять система защиты от НСД.

КС в задаче защиты от несанкционированного доступа будем рассматривать как множество взаимодействий множества субъектов (S) системы и множества объектов (A) системы. В качестве субъектов в данном случае рассматривается пер-