

- 1) сформировать выборку анализируемых значений;
- 2) построить график функции распределения случайной величины;
- 3) построить обратную функцию распределения случайной величины;
- 4) установить уравнение (или группу уравнений), описывающее обратную функцию распределе-

ния.
 Таким образом, мы получаем функциональную зависимость для перехода от равномерного закона распределения к закону, заданному гистограммой.

При реализации модели как системы на кристалле дополнительно возникает потребность в реализации генератора случайных чисел с равномерным распределением.

При построении систем на кристалле хорошо себя зарекомендовали так называемые Linear Feedback Shift Registers (LFSR). Эти генераторы на основе сдвиговых регистров позволяют экономично в отношении ресурсов кристалла генерировать псевдослучайные значения. Конечно же, значения, генерируемые таким генератором, не являются действительно случайными, так как они периодически повторяются, однако при удачном выборе параметров обратной связи этот период может исчисляться годами, что является приемлемым в практическом применении. Недостатком такого генератора является то, что при каждом запуске необходимо задавать новое и желательно действительно случайное начальное внутреннее состояние. Иначе генератор при повторном запуске выдаст абсолютно такую же последовательность значений, как и при предыдущем.

Для решения этой проблемы можно предложить использовать LFSR-генератор с жестко заданным начальным внутренним значением, который начинал бы свою работу сразу же при включении системы. Чтобы получить значения на выходе генератора, необходимо подать на него управляющий импульс (момент времени подачи импульса – внешний источник случайности). При этом, однако, сохраняется последовательность значений, выдаваемых генератором.

Исследования работы различных генераторов показали, что для получения неповторяющихся последовательностей целесообразно объединить LFSR-генератор с генератором, основанным на механизме клеточных автоматов (Cellular Automata Shift Register – CASR). В CASR-генераторе новое значение ячейки зависит от состояния окружающих ячеек на предыдущем по времени этапе. Сам по себе такой генератор не дает лучших результатов по сравнению с LFSR-генератором, однако при комбинировании выходных значений этих генераторов получим результаты, качественно отличающиеся в лучшую сторону от любого из генераторов в отдельности. Таким образом, предлагается использовать для задач с повышенными требованиями к случайности генерируемых величин комбинированный LFSR-CASR генератор. Причем наложение будет производиться по следующему закону:

$$Z_k = X_i \oplus Y_j \quad (2)$$

где Z_k – k -й элемент выходного вектора; $k = 1, 2, \dots, n$; X_i – i -й элемент выходного вектора; $i = 1, 2, \dots, n$; Y_j – j -й элемент выходного вектора; $j = 1, 2, \dots, n$; n – размер двоичного случайного числа.

УДК 629.424.1:629.4.016.15

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ГРУЗОВЫМИ ТЕПЛОВОЗАМИ

С. Я. ФРЕНКЕЛЬ, А. П. ДЕДИНКИН, П. Л. ДАШКЕВИЧ, Д. А. САХАРОВ
Белорусский государственный университет транспорта

Актуальность проблемы снижения расхода энергоресурсов на тягу поездов не вызывает сомнения у специалистов железнодорожного транспорта. Одним из путей решения этой проблемы является совершенствование системы нормирования расхода энергоресурсов и, в частности, методики расчета нормы расхода дизельного топлива на поездку. Научно обоснованная норма позволяет эффективно оценивать уровень профессионального мастерства локомотивной бригады и теплотехническое состояние локомотива, а следовательно, принимать на основе этой оценки адекватные управ-

ляющие воздействия (организационные, экономические или технические), направленные на топливосбережение.

Применяемые до настоящего времени методы нормирования расхода дизельного топлива на тягу поездов в значительной мере субъективны и опираются на знания, опыт и интуицию специалиста-теплотехника. Повысить объективность, а следовательно, и качество нормирования позволяет применение норм расхода топлива на поездку, вычисляемых на основе регрессионных моделей. Модель представляет собой выражение, связывающее расход дизельного топлива на поездку B с количественными факторами, информация о которых содержится в маршрутных листах. Регрессионные модели можно разделять по видам работы, сериям локомотивов и участкам обращения локомотивных бригад.

Основной задачей нормирования расхода топлива на поездку является обеспечение количественной оценки работы локомотивной бригады по топливосбережению и теплотехнического состояния тепловоза. Следовательно, в терминах математической статистики влияние качественных факторов «машинист» и «локомотив» на отклонение фактического расхода топлива за поездку от нормы должно быть значимым. Значимость качественных факторов определяется с помощью аппарата дисперсионного анализа.

На данных из маршрутных листов различных локомотивных депо нами построены регрессионные модели, которые затем были использованы для расчета норм расхода дизельного топлива грузовыми тепловозами. По отклонению фактического расхода топлива от нормы с помощью дисперсионного анализа оценивается значимость факторов «машинист» и «локомотив». Аналогичные вычисления выполнены для тех же поездок машинистов и локомотивов, но по отношению к норме расхода, определенной по действующей методике и зафиксированной в квитанции к маршрутному листу. Результаты вычислений приведены в таблице 1. В соответствии с положениями дисперсионного анализа гипотеза о том, что исследуемый качественный фактор не является значимым (нулевая гипотеза), отклоняется, если $F > F_{кр}$. В таблице жирным шрифтом выделены те значения F , которые больше соответствующего критического значения $F_{кр}$. Иначе говоря, выделены случаи, для которых можно утверждать, что фактор «машинист» или «локомотив» оказывают значимое влияние на отклонение фактического расхода топлива за поездку от нормы. Для маршрутных листов локомотивных депо Молодечно, Гомель и Витебск исследовано несколько вариантов регрессионных моделей, что нашло отражение в таблице. Так, были рассмотрены варианты построения регрессионных моделей на всем массиве маршрутных листов для выбранной серии тепловоза и для отдельных участков обращения локомотивных бригад, для отрезков времени длительностью год и полгода, с корректировкой расхода топлива по времени года и без корректировки. Из приведенных результатов видно, что норма расхода, вычисленная по действующей методике, в отличие от нормы, определенной по регрессионной модели, не всегда позволяет выявить значимость факторов «машинист» или «локомотив».

После оценки значимости факторов «машинист» и «локомотив» для случаев, когда их влияние признается значимым, выполнено ранжирование машинистов и локомотивов по относительному отклонению фактического расхода топлива от нормы за рассматриваемый период. Сравнение мест, занимаемых машинистом или локомотивом при определении нормы по действующей методике и по регрессионной модели, показало, что далеко не всегда они совпадают, а нередко наблюдается серьезное расхождение в результатах ранжирования. Сравнивая различные подходы к нормированию расхода топлива за поездку, следует иметь в виду, что регрессионные модели по определению строятся таким образом, чтобы наилучшим образом учитывать влияние входящих в них количественных факторов. Кроме того, регрессионные модели, как показали наши исследования, позволяют лучше, чем действующие нормы, выявлять эффективность топливосберегающих мероприятий. Следовательно, можно сделать вывод о перспективности и целесообразности внедрения регрессионных моделей в практику нормирования расхода топлива грузовыми тепловозами.

Таблица 1 – Результаты дисперсионного анализа

Дело приписки локомотивных бригад	Исследуемый период времени	Количество машинистов (количество маршрутных листов)	Количество локомотивов (количество маршрутных листов)	Машинисты			Локомотивы		
				Значения критерия F			Значения критерия F		
				норма по действующей методике	норма по регрессионной модели	$F_{кр}$	норма по действующей методике	норма по регрессионной модели	$F_{кр}$
Барановичи	Январь-май 2002 года	25(1031)	23(710)	1,226	1,728	1,528	1,346	1,755	1,557
Лида	Июнь-декабрь 2002 года	20(647)	19(394)	1,364	2,986	1,603	1,631	1,755	1,631
Брянск-2	Апрель-ноябрь 2003 года	81(3936)	39(3888)	3,612	7,047	1,277	4,115	3,395	1,408
Молодечно	Июль-декабрь 2004 года	77(7436)	88(7436)	4,039	3,898 3,501 3,862	1,283	1,922	1,820 1,610 1,665	1,264
Гомель	Январь 2004 г. – март 2005 г.	70 (6755)	53 (5342)	2,141	4,501 3,545 3,776 3,813 4,337	1,298	1,584	2,049 1,718 1,850 1,847 2,035	1,345
Витебск	Январь 2003 г. – декабрь 2004 г.	91(12487)	61(11930)	5,472	3,871 4,060 5,330 6,520	1,258	2,527	2,866 2,932 2,673 2,616	1,319

УДК 629.4.016.2

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПЛИВОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЗОВ

С. Я. ФРЕНКЕЛЬ, Б. С. ФРЕНКЕЛЬ, М. В. АНДРЕЙЧИКОВ
Белорусский государственный университет транспорта

Актуальность задачи снижения расхода энергоресурсов на тягу поездов привела к тому, что предлагается множество разработок, направленных на топливосбережение при эксплуатации тепловозов. Очевидно, что принятию решения о целесообразности внедрения таких разработок в эксплуатацию должны предшествовать исследования эффективности их использовании. Анализ информации о подобных исследованиях показывает, что применяемые методы, а следовательно, и результаты исследований приводят, как правило, к далеко не бесспорным выводам о целесообразности применения этих разработок в эксплуатационной работе. Поэтому необходима методика исследования топливосберегающих технических решений, позволяющая однозначно оценивать их эффективность.

Эффективность некоторых технических решений, направленных на совершенствование работы дизель-генераторной установки, можно оценить по результатам сравнительных реостатных испы-