

- установкой на локомотиве фосфористых чугунных колодок, имеющих более высокий коэффициент трения;
- изменением объемов запасных и дополнительных резервуаров на локомотиве;
- комбинацией перечисленных способов в различных сочетаниях.

В локомотивном депо Полоцк был испытан второй способ. На тепловозе отверстие в седле тормозного клапана рассверливалось до 2,0 и 2,1 мм. Это привело к существенному ускорению наполнения ТЦ тепловоза. Результаты измерений давлений при различных степенях торможения при базовом и модернизированном ЭВР приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Давление в тормозных цилиндрах дизель-поезда ДДБ1

В мегапаскалях

Степень торможения	Базовый ЭВР ($\varnothing_{отв.}$ 1,8 мм)		Модернизированный ЭВР ($\varnothing_{отв.}$ 2,1 мм)	
	ВКУ	М62У	ВКУ	М62У
1	1,4	1,0	1,3	1,6
2	2,3	2,0	2,2	2,6
3	3,2	3,0	3,4	3,5

Опытные поездки в дизель-поездах с модернизированными ЭВР показали, что торможение происходит плавно без ощутимых толчков и ударов при использовании любых ступеней при управлении тормозами как с тепловоза, так и с ВКУ.

УДК 629.424.1:001.57

ГЕНЕРИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ В ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ МАГИСТРАЛЬНОГО ТЕПЛОВОЗА

Б. С. ФРЕНКЕЛЬ

Белорусский государственный университет транспорта

Используя аппарат многофакторного регрессионного анализа на основе выборки из маршрутных листов машиниста, можно построить модель расхода топлива магистральным тепловозом. По результатам исследований, проведенных на кафедре «Тепловозы и тепловые двигатели» БелГУТа, принята регрессионная модель расхода топлива магистральным тепловозом, в которой в качестве факторов, влияющих на расход топлива, выбраны пробег тепловоза (s), масса состава (Q), механическая работа тепловоза по перемещению состава (QS), участковая скорость (v_y), средняя осевая нагрузка (q_0), количество осей в составе ($N_{ос}$).

Более достоверные результаты позволяют получить модели, построенные отдельно для каждого участка обращения локомотивной бригады. В этом случае значение пробега в пределах участка является величиной постоянной и выражение для расчета расхода топлива будет иметь вид

$$B = k_0 + k_1 Q + k_2 QS + k_3 v_y + k_4 q_0 + k_5 N_{ос}. \quad (1)$$

Таким образом, для определения расхода топлива на поездку требуется смоделировать пять факторов, причем три из них (участковая скорость, средняя осевая нагрузка и количество осей) являются независимыми, а два — вычисляемыми.

Для дальнейшего построения модели необходим механизм случайной генерации участковой скорости, осевой нагрузки и количества осей в составе. Однако большинство известных генераторов случайных чисел генерируют числа с равномерным законом распределения. Таким образом, появляется задача о получении случайной величины с заданным распределением путем функционального преобразования другой случайной величины. Эта задача часто встречается при моделировании случайных явлений на ЭВМ методом статистических испытаний (метод Монте-Карло). Однако этот метод применим для дискретных распределений, большую же точность можно получить, моделируя непрерывные распределения. Для этого требуется проделать следующие шаги:

- 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 распределения.

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 объективно оценивать уровень профессионального мастерства локомотивной бригады и теплотехническое состояние локомотива, а следовательно, принимать на основе этой оценки адекватные управ-