

пережог. Но соответствуют ли результаты расчета инженера-теплотехника истинной экономии топлива? Ответить утвердительно на этот вопрос никто не в состоянии».

Предложим, на наш взгляд, более прогрессивную безбумажную методику автоматизированного анализа потребления топлива (энергии) с использованием математических методов теории управления (применительно больше к грузовому поезду с тепловозной тягой).

На каждый грузовой поезд имеется телеграмма-натурный лист, в котором отражен тип грузового вагона, масса и характеристика перевозимого груза. Несложной программой для ЭВМ для каждого телеграмма-натурного листа необходимо выбрать следующие данные:

– KB41 / KB42 / KB61 / KB62 / KB81 / KB82 – количество вагонов 4-, 6-, 8-осных порожних / груженых;

– Q41 / Q42 / Q61 / Q62 / Q81 / Q82 – масса вагонов 4-, 6-, 8-осных порожних / груженых.

Общая масса состава поезда: $Q = Q41 + Q42 + Q61 + Q62 + Q81 + Q82$.

В настоящее время на многих участках Белорусской железной дороги график исполненного движения (ГИД) ведется с помощью ЭВМ. Поездному диспетчеру достаточно для начальной станции участка ввести *NPO* (номер поезда) и *NLOK* (номер локомотива). Далее программа микропроцессорного контроллера снимает с напольных устройств ДЦ (диспетчерской централизации) двоичные сигналы 0 или 1 и формирует в памяти ЭВМ ГИД. Имея эти данные, в качестве примера рассмотрим рисунок 1.

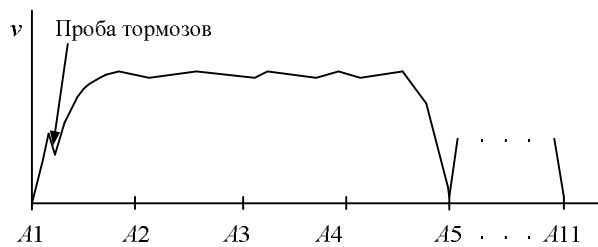


Рисунок 1 – Один из вариантов ведения поезда на участке A1–A11

Грузовой поезд, выходя из начальной станции A1, после пробы тормозов проследовав часть промежуточных станций A2, A3, A4 без остановки, останавливается на станции A5. После скрещения с поездом *NPO = 2146* поезд отправляется со станции A5 и делает остановку на станции A8. После скрещения с поездом *NPO = 706* поезд отправляется со станции A8 и останавливается на конечной станции A11.

Микропроцессорное устройство (МП) тепловоза измеряет автоматически количество топлива в баке тепловоза на станции A1 (КТ1), затем – после прибытия на станцию A5 (КТ5). Расход топлива на расчетном участке A1–A5 составит $\Delta G_{1-5} = \text{КТ5} - \text{КТ1}$. Из ГИД выбирается время Δt_{1-5} . Аналогично вычисляется значение ΔG_{5-8} , Δt_{5-8} , ΔG_{8-11} , Δt_{8-11} . Далее ЭВМ с помощью метода блуждающей трубки (сочетание МДП – метода динамического программирования и принципа максимума Понтрягина с одной ϕ -функцией) вычисляет оптимальные режимы NK_j по шагам варьирования ΔSB_j . Суммируя значения ΔG_{1-5} : ΔG_{5-5} (расход топлива при стоянке на станции A5-5), ΔG_{5-8} : ΔG_{8-8} , ΔG_{8-8} : ΔG_{8-11} , получаем расчетный расход топлива при движении по участку A1–A11 G_p . Сравнивая значения расчетных G_{pi} и фактических $G_{\phi i}$ расходов топлива, можно объективнее оценить экономию или пережог топлива каждым локомотивом и локомотивной бригадой.

УДК 656.222.4:004.312.46

ОПЕРАТИВНЫЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ ПЕЗДОВ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ В УНИВЕРСАЛЬНОЙ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЕ АВТОВЕДЕНИЯ

А. П. КЕЙЗЕР, Е. А. ЖИДКОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

К. М. ШКУРИН

Минское отделение Белорусской железной дороги

Е. В. ФЕДЧЕНКО

Гомельское отделение Белорусской железной дороги

В настоящее время перед железнодорожным транспортом стоит проблема не только оптимальной реализации пропускной и провозной способностей направлений и участков, увеличения массы и скорости движения поездов, но и рационального потребления топливно-энергетических ресурсов.

Реальная эксплуатационная обстановка на железнодорожных участках часто существенно отличается от условий планового министерского графика. Возникающие при этом трудности нередко усугубляются неоптимально принятыми решениями как со стороны дежурных по станциям и диспетчерского аппарата, так и со стороны машинистов локомотивов, что часто ведет к срыву выполнения график движения поездов (ГДП). Поэтому для повышения эффективности управления движением поездов необходима принципиально новая технология управления, базирующаяся на научно обоснованном взаимодействии оперативного плана формирования и ГДП с реальным перевозочным процессом с учетом рыночных отношений.

ГДП в большинстве случаев выступает в трех аспектах:

- 1) министерский ГДП (МГДП), который действует в течение года, с 1 января по 31 декабря;
- 2) график исполненного движения (ГИД);
- 3) фактический процесс движения поезда (ФПД);

Если ГИД ведет вручную диспетчер, то данный ГИД и ФПД могут отличаться. Приведенный нами анализ показал, что ФПД и ГИД отличаются на 2–6 мин.

При компьютеризации локомотива такие понятия, как ГИД и ФПД, стали совпадать.

Совершенно очевидно, что даже если грузовой поезд, особенно на однопутном участке, отправить со станции АН (начальная станция диспетчерского участка) строго по министерской нитке графика, вряд ли он приедет на станцию АК (конечная станция диспетчерского участка) строго по графику. Причин здесь много.

1 На сортировочной станции грузовой поезд № 2113 готов к отправлению раньше плановой нитки графика, а сортировочная станция, как сосуд с водой, может быть переполнена новыми грузопотоками. Поэтому поезд № 2113 могут отправить раньше времени.

2 Количество грузовых поездов в МГДП не совпадает с количеством грузовых поездов в ГИД.

3 Произошел технический сбой, из-за которого поезд прибыл на конечную станцию с существенным опозданием.

Поэтому в настоящее время архиважной задачей является разработка и внедрение рассчитанного с помощью ЭВМ оперативного графика движения поездов (ОГДП) по 4- или 6-часовым периодам. ОГДП должен быть энергоэффективным (ОЭГДП).

Основные элементы экономии топливно-энергетических ресурсов при разработке ОЭГДП:

1 Как показали расчеты, часть поездов ($\approx 40\%$) на участке Г–К протяженностью 120 км можно водить одной секцией локомотива (тепловоза). В таблице 1 приведены результаты расчета (на основе принципа максимума Понтрягина с одной ψ -функцией) экономии топлива на участке Г–К протяженностью 120 км при вождении поездов одной и двумя секциями тепловоза 2ТЭ10М.

2 Экономия топлива при оптимизации скрещений и обгонов, как показали теоретические расчеты и практическая их проверка, за счет оптимизации скрещений на однопутном участке логично сэкономить 3–5 % дизельного топлива.

3 Экономия топлива при увеличении времени хода на заданном участке для ночных поездов, которые на конечной станции АК никто разгружать не будет, составит 10–12 %.

В настоящее время САВ (системы автоведения поездов) стали реальностью. Проще всего внедрить САВ в метрополитенах, сложно – для магистральных грузовых локомотивов.

В Белорусском институте инженеров железнодорожного транспорта (ныне БелГУТ) работы по САВ (грузовые поезда) с тепловозной тягой выполнялись под руководством А. М. Костромина. Активное участие в данной работе принимали инженеры А. П. Кейзер, С. Я. Френкель, С. И. Сухопаров, которые затем защитили кандидатские диссертации, связанные с экономией топлива. Современные САВ логически можно классифицировать на два основных типа:

- 1) автономная САВ с расчетом оптимальных режимов ведения в бортовой ЭВМ;
- 2) расчет оптимальных (по расходу топлива) режимов ведения осуществляется в супер-ЭВМ ЕДЦУ (Единого диспетчерского центра управления).

Предлагаемый вариант САВ универсален для всех локомотивов (в том числе и электровозов), которые имеют позиции контроллера $NK = 0$ – холостой ход; $NK = 1, 2, 3, \dots, NK_{\max}$ – позиции контроллера машиниста. При сбое в ОЭГДП супер-ЭВМ делает новый расчет, а на борт локомотива передаются корректирующие байты (3–4 байта), с помощью которых локомотив в режиме автоведения может вести поезд по нитке нового ОЭГДП.