

Процедура расчета подобна стрельбе по цели. Специальным «прицелом» подбираются такие начальные значения ψ_{1H} и ψ_{2H} , которые, изменяясь по дифференциальным уравнениям, обеспечивают попадание в мишень (т. е. достижение конечного состояния объекта управления) по такой траектории, в каждой точке которой перебором всех значений n_k обеспечивается выполнение условия оптимальности.

Принцип максимума Понтрягина ($\psi = \text{const}$)

При упрощениях критерием и условием оптимальности управления тепловозом является

$$H^0 = \max_{n_k} H = \max_{n_k} (-G_v + \psi \xi F),$$

т. е. в каждый момент времени необходимо выбрать такое управление n_k , которое обеспечило бы выполнение только что написанного условия. Варьируя значением переменной ψ , можно определить такую оптимальную траекторию вместе с режимами $n_{k_j}^0$, при которой расчетное время хода T_p будет равно заданному T_3 по графику движения.

УДК 656.222/.224:621.313

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА НА ГОМЕЛЬСКОМ ОТДЕЛЕНИИ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

А. П. КЕЙЗЕР, К. М. ШКУРИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

А. Л. ЯКОБСОН, С. В. ХОДЬКОВ, В. М. ЛИСТОПАДОВ

Гомельское отделение Белорусской железной дороги

Можно выделить 3 группы мероприятий, направленных на экономию топлива и электроэнергии с использованием математического моделирования:

- 1) совершенствование конструкции и обеспечение требуемых технико-экономических показателей локомотивов;
- 2) использование машинистами оптимальных режимов при вождении поездов;
- 3) совершенствование управления движением поездов на основании оптимальной реализации графика движения (ГДП).

Для проведения экспериментов были разработаны алгоритмы и программное обеспечение моделирования работы: 1) топливного насоса высокого давления; 2) дизеля; 3) тепловоза; 4) движения поезда с использованием оптимальных режимов ведения; 5) графика движения поездов.

Практическое внедрение ресурсосберегающих технологий на Гомельском отделении Белорусской железной дороги.

1 *Прокладка экспериментальных ниток графика по критерию расхода топлива.* При разработке графика движения на однопутном участке Г – К протяженностью 122 км с двухпутными вставками была проложена экспериментальная нитка 2101 с суммарным увеличением перегонных времен хода на 29 мин (19,3 %). Суммарная экономия топлива по этой нитке графика составила 11,8 %. Практические результаты экономии топлива при уменьшении ходовой скорости движения грузовых поездов совпали с результатами теоретических расчетов, выполненных с использованием принципа максимума Понтрягина.

2 *Уникальный эксперимент по анализу экономии топлива.* На Белорусской железной дороге был проведен уникальный эксперимент. В соответствии с разрешением начальника дороги на участке Г – Р протяженностью 46 км состав унифицированной длины (272 оси, 70 вагонов) массой 1471 т с тепловозом 2ТЭ10У был проведен 8 раз, из них 7 раз по одинаковым ниткам графика. Четыре раза состав с одним и тем же тепловозом вела бригада с опытным машинистом (МАШИНИСТ1_ЭКОНОМИЯ), имеющим наилучшие показатели по экономии топлива. Четыре раза этот же тепловоз и поезд вела бригада с машинистом (МАШИНИСТ2_ПЕРЕЖОГ), имеющим наихудшие показатели по экономии топлива.

Результаты эксперимента подтвердили экономию топлива опытным машинистом № 1 (35 %) по сравнению с ведением поезда машинистом № 2, имеющим постоянный пережог топлива. Особой неожиданностью стала нитка графика 3502, когда опытному машинисту № 1 было поставлено задание ведения поезда с умышленным пережогом топлива, а машинисту № 2 (нитка 3506) была поставлена цель экономить топливо. МА-

ШИННИСТ 1, который старался вести поезд на неоптимальных режимах, сэкономил топливо на 15 % по сравнению с ведением поезда МАШИНИСТОМ 2, который пытался вести этот же поезд на оптимальных режимах ведения. При проведении данного эксперимента зафиксировано существенное расхождение потребления топлива секциями А и Б тепловоза 2ТЭ10У.

3 *Экономия топлива при организации скрещений и обгонов.* Выполнены теоретические расчеты и проведены эксперименты экономии топлива при организации скрещений и обгонов. Теоретические и практические исследования показали, что при оптимизации скрещений и обгонов можно сэкономить 3–5 % дизельного топлива.

4 *Экономия топлива при вождении поездов одной секцией локомотива.* При выполнении эксперимента на участке Г – Р один и тот же состав поезда был проведен вначале двумя, а затем одной секцией тепловоза (вторая секция была заглушена). Теоретические расчеты (принцип максимума Понтрягина) и анализ массы поезда на участке Г показали, что 60 % поездов можно возить одной секцией тепловоза 2ТЭ10-М (2ТЭ10-У) с экономией топлива 10–15 %. При проведении эксперимента такой экономии не получилось. Однако, если этот экспериментальный состав поезда провести без наличия 2-й секции тепловоза, экономия топлива составит $\approx 10\%$, т.к. секция локомотива по сопротивлению эквивалентна 5–6 вагонам.

Научно-исследовательские и экспериментальные работы, проводимые в настоящее время в тесном сотрудничестве с БелГУТОМ

1 *Разработка с помощью ЭВМ оперативного плана-графика движения поездов по 4-часовым периодам с оптимизацией скрещений, обгонов.* Машинисту выдается распечатка плановой нитки графика с выделением оптимального подвода при организации скрещений и обгонов, а также оптимальные рецепты ведения поезда по каждому километру.

2 *Микропроцессорная технология автоматизированного анализа потребления топлива и электроэнергии магистральными локомотивами при минимальном участии человека.* Технология ориентирована на использование информационных карточек машиниста, микропроцессорных датчиков измерения уровня топлива и математических методов теории оптимального управления.

3 *Оптимальные режимные карты.* В настоящее время на Белорусской ж. д. происходит внедрение режимных карт при выполнении графика движения поездов. Существует несколько вариантов внедрения режимных карт:

1 Режимные карты по результатам поездок опытных машинистов.

2 Оптимальные режимы вождения поездов с использованием математических методов теории оптимального управления и ЭВМ. Расчеты оптимальных режимов вождения поездов производятся для различных градаций масс грузовых поездов. Далее по результатам расчета составляются оптимальные режимные карты.

3 Расчет оптимальных режимов вождения поездов производится в ЭВМ для каждого конкретного состава поезда и локомотива.

УДК 351.81:621.397.7

СНИЖЕНИЕ АВАРИЙНОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ НА АВТОДОРОГАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

М. В. КИЛЬДЕЕВ, Л. Б. ШИГИН

Научный центр безопасности жизнедеятельности детей, г. Казань

Столица Республики Татарстан стала опытной площадкой для внедрения систем автоматического контроля скоростного режима. Система фото- и видеофиксации в Казани и на прилегающих автодорогах применяется с 2008 года и интенсивно развивается.

В январе 2011 года в городе и республике использовались 394 датчика фиксации различных видов нарушений, в том числе 200 стационарных датчиков («КРИС-С», «Автоураган»); 171 передвижной фоторадарный комплекс «КРИС-П», из которых 125 используются для фиксации нарушений скоростного режима в пределах г. Казани и в радиусе 50 км от города, а еще 46 находятся в районных подразделениях ГИБДД МВД по Республике Татарстан; 20 фоторадарных комплексов «ПАРКОН», фиксирующих нарушения требований дорожных знаков, правил стоянки и остановки.

Данные комплексы обеспечивают сбор и хранение видеороликов с комплексов фото- и видеофиксации, автоматическое распознавание номерного знака на видеоизображении и поиск данных в базе регистрации транспортных средств, обработку видеозаписей с формированием протокола об административном правонарушении установленной формы. Вся информация о зафиксированных нарушениях ПДД стекается в единый Центр автоматизированной фиксации административных правонарушений в области дорожного движения.