

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЛОКОМОТИВОВ

Н.Л. Чернова,

Харьковский национальный экономический университет, Харьков, Украина
xblack@mail.ru

О.Ю. Полякова,

Харьковский национальный экономический университет,
Харьков, Украина
o.polyakova@gmail.com

И.М. Чуйко

Харьковский национальный экономический университет,
Харьков, Украина
tchuiko@yandex.ru

Аннотация. Работа посвящена перспективам и проблемам применения систем поддержки принятия решений в организации и оптимизации систем технического обслуживания и ремонта локомотивов.

Статья по материалам монографии: “Инновационные и информационные технологии в развитии национальной экономики: теория и практика: Монография / Под ред. Т. С. Клебановой, В. П. Невежина, Е.И. Шохина. – М.: Научные технологии, 2013. – 528 с.

INNOVATIVE APPROACH TO THE ORGANIZATION OF MAINTENANCE AND REPAIR OF LOCOMOTIVE

N.L. Chernova, O.Yu.Polyakova, I.M.Tchuiko

Kharkiv National University of Economics

Summary. The paper is devoted to perspectives and problems of using decision support systems in organizing and optimization of locomotives technical service and maintenance systems.

This article wrote on the basis of monograph: “The innovation and information technologies in the development of national economy: theory and practice”.

Современный парк тягово-подвижного состава железнодорожной отрасли Украины характеризуется высокой степенью морального и физического износа. В связи с этим руководство отрасли проводит политику интенсивного обновления основных фондов. Так, например, введены в эксплуатацию новые скоростные электропоезда, курсирующие между крупными городами страны. С момента внедрения скоростного движения (27 мая 2012г.) на территории Украины, услугами электропоездов «Украинский экспресс» воспользовалось более 348 тыс. человек. Наиболее востребованным маршрутом «Украинских экспрессов» остается направление

Харьков – Киев – Харьков, наполняемость которого составляет более 80%. Наполняемость направлений Львов – Киев – Львов и Донецк – Киев – Донецк составила в среднем за август 2012 г. около 30%, в отдельные дни повышенного спроса достигала 50% [1,2]. Планируется открытие новых маршрутов, на которых уже осуществляются тестовые рейсы[3].

В то же время, существовавшая до сих пор система технического обслуживания и ремонта, очевидно, устарела одновременно с основными фондами и теряет эффективность. Следует признать, что ввод в эксплуатацию новых типов локомотивов требует инновационного подхода к организации всех

связанных с ними систем, в том числе и системы технического обслуживания и ремонта.

Под системой технического обслуживания и ремонта (ТОР) понимается совокупность технико-экономических положений, определяющих содержание локомотивного парка в работоспособном (исправном) состоянии и регламентирующих следующие параметры:

- номенклатуру технических обслуживаний и ремонтов и их количество в ремонтном цикле;
- чередование технических обслуживаний и ремонтов, т.е. структуру ремонтного цикла;
- периодичность технических обслуживаний и ремонтов;
- глубину восстановления (объемы ремонтов и контрольно-профилактических работ).

Выделяют следующие основные виды систем ТОР[4,5]:

- регламентная (планово-предупредительный ремонт) – периодическое обслуживание вне зависимости от состояния объекта обслуживания;
- по состоянию – выполнение тех или иных операций при приближении показателей технического состояния объекта обслуживания к определенному пороговому значению.

В современной практике организации технического обслуживания и ремонта преимущественно используется регламентная система. Использование ремонта по состоянию носит эпизодический характер. Каждая из указанных систем характеризуется как преимуществами, так и недостатками использования.

Преимуществами регламентной системы ТОР является

- возможность долгосрочного планирования программы, объема работ, запасов ресурсов, себестоимости работ;
- возможность параллельного осуществления ряда работ, что сокращает продолжительность простоя объекта обслуживания в ремонте;
- уменьшение числа случайных отказов и неисправностей объекта обслуживания;
- обеспечение высокого коэффициента технической готовности объекта обслуживания.

В качестве основного недостатка регламентной системы ТОР нужно указать осуществление плановых работ для объектов обслуживания, чье фактическое техническое состояние находится в допустимых пределах и не требует корректировки. Последствиями такого вмешательства, кроме

неоправданных затрат, может быть и ухудшение технического состояния объекта обслуживания и необходимость проведения внеплановых работ.

Преимуществами ТОР по состоянию являются:

- сокращение объемов регулировки, демонтажа и монтажа оборудования на локомотиве;
- возможность экономить запасные части, поскольку сокращаются случаи необоснованной замены узлов и деталей;
- повышение степени использования локомотива в эксплуатации.

Таким образом, очевидной становится необходимость формирования оптимальной системы ТОР на основе сочетания двух указанных систем.

Реализация инновационного подхода к организации ТОР требует активного использования информационных технологий как на этапе проектирования системы обслуживания, так и при постоянном ее использовании. Система ТОР является сложным объектом исследования, управление которым требует создания соответствующей системы поддержки принятия решений (СППР).

Основной задачей СППР на этапе проектирования системы ТОР является сбор и анализ исходной статистической информации и определение технико-экономических показателей надежности объекта обслуживания (показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости [4]).

К техническим показателям относятся:

- вероятность отказа за пробег,
- частота отказов,
- интенсивность отказов,
- средний пробег до отказа,
- параметры потока отказов,
- длительность простоя на различных видах ТОР и др.

Основные экономические показатели включают:

- трудоемкость работ,
- материалоемкость,
- себестоимость и др.

На основании анализа этих показателей принимается решение о составе и структуре системы ТОР.

На этапе эксплуатации основной задачей СППР является определение необходимости и объема ремонтных работ на основании анализа текущего состояния объекта обслуживания, подвергающегося постоянному мониторингу соответствующими

средствами диагностики. Эффективность СППР существенно повышается для новых моделей локомотивов, оснащенных внутренними системами диагностики, за счет возможности интеграции и автоматизации оценки состояния.

Система поддержки принятия решений для ТОР включает

- базу данных ТОР;
- комплекс моделей ТОР;
- лицо (группу лиц), принимающее решение.

Одной из наиболее актуальных и трудоемких задач является наполнение базы данных ТОР, которая должна содержать следующие компоненты:

- банк объектов обслуживания, их группировку и положение в различных иерархиях;
- банк стандартных работ по ТОР;
- банк отказов и неисправностей;
- нормы расхода трудовых, материальных и финансовых ресурсов на каждую работу;
- номенклатурный справочник материалов;
- номенклатурный справочник ресурсов;
- нормы наработки объектов обслуживания, необходимые для планирования работ, с учетом его фактического состояния;
- банк правил (стратегий) проведения ТОР.

Комплекс моделей ТОР включает следующие основные блоки:

- мониторинга технико-экономических показателей системы ТОР;
- оценки уровня надежности объектов обслуживания;
- оценки себестоимости обслуживания;
- динамической оценки состояния объектов обслуживания;
- принятия решений по управлению системой ТОР (модель оптимального управления состоянием объекта обслуживания).

Наибольший интерес с точки зрения инновационных решений представляют последние три блока.

Основными моделями блока динамической оценки состояния объектов обслуживания являются: модель классов состояний, модель распознавания текущего состояния, модель эталонных значений, модель переходов состояния объекта обслуживания из класса в класс.

На вход модели классов состояний объекта обслуживания поступает информация о допустимых пределах по каждому контролируемому СППР па-

раметру, значениях совокупного уровня надежности и уровня отдельных угроз, взаимосвязи уровня надежности и уровня угроз, взаимосвязи угроз.

Классы формируются таким образом, чтобы состояния Q_i и Q_j , принадлежащие одному классу, находились на сравнительно небольшом расстоянии друг от друга, а состояния Q_i и Q_k , принадлежащие различным классам, были достаточно удалены друг от друга. Получив требуемое разбиение, для каждого из полученных классов на основании использования моделей блока оценки надежности рассчитываются значения соответствующих показателей. Таким образом, формируются описания каждого класса.

На вход модели распознавания текущего состояния объекта обслуживания поступает информация о классах состояний.

Текущее состояние объекта обслуживания описывается вектором $U_0 = (u_{01}, u_{02}, \dots, u_{0p})$. При рассмотрении U_0 как реализации многомерной случайной величины, распределенной в p -мерном пространстве технико-экономических показателей по определенному закону, решение об отнесении текущего состояния к одному из заранее известных классов принимается в результате анализа отношения правдоподобия. В случае рассмотрения U_0 как самостоятельного объекта, критерием его классификации служат расстояния между U_0 и одним или несколькими диагностическими состояниями, определенными для каждого класса.

На вход вероятностной модели переходов из одного класса состояний в другой поступает информация о классах состояний, диапазонах предельных значений и текущем состоянии объекта обслуживания.

Предполагается, что все возможные состояния объекта обслуживания могут быть полностью описаны посредством описания ранее выделенных классов. Таким образом, соответствующая матрица вероятностей переходов из одного класса в другой, формируемая на основании данных постоянного мониторинга состояния, позволяет определять ожидаемую длительность периодов безотказной работы, периодические и поглощающие состояния, рассчитывать вероятности перехода из состояния в состояние за определенное число периодов и пр.

Блок оценки себестоимости содержит модель непосредственной оценки и модель зависимости себестоимости от внешних и внутренних факторов.

Модель оценки себестоимости имеет вид:

$$S = f(FOT, C, R_M, R_T, R_{\text{Э}}, A, P, V) = \frac{FOT + C + R_M + R_T + R_{\text{Э}} + A + P}{V},$$

где FOT – фонд оплаты труда,
 C – отчисления на социальные нужды,
 R_M – расходы на материалы,
 R_T – расходы на топливо,
 $R_{\text{Э}}$ – расходы на электроэнергию,
 A – амортизационные отчисления,
 P – прочие расходы,
 V – объем работ.

На вход модели оценки зависимости себестоимости от внешних и внутренних факторов поступает информация о динамике показателя себестоимости S , полученная в результате реализации модели оценки себестоимости, а также информация о динамике факторов, определяющих величину локомотивной составляющей себестоимости перевозок.

Модель имеет вид:

$$S = s(F_1, F_2, \dots, F_n, b_0, b_1, b_2, \dots, b_n),$$

где F_1, F_2, \dots, F_n – факторы, определяющие величину локомотивной составляющей себестоимости перевозок,

$b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ – параметры модели.

Модель позволяет оценить форму и степень зависимости уровня себестоимости от выбранных факторов, а также прогнозировать динамику уровня себестоимости в зависимости от динамики экзогенных показателей.

Оптимизация себестоимости предполагает решение модели вида:

$$S = s(F_1, F_2, \dots, F_n, \hat{b}_0, \hat{b}_1, \hat{b}_2, \dots, \hat{b}_n) \rightarrow \min \text{ или}$$

$$S = s((F_1, F_2, \dots, F_n, \hat{b}_0, \hat{b}_1, \hat{b}_2, \dots, \hat{b}_n) \rightarrow \tilde{S}$$

$$g_i(F_1, F_2, \dots, F_n) = (\leq, \geq) p_i, i = [1, p],$$

где \tilde{S} – заданное значение себестоимости,

$g_i, i = [1, p]$ – ограничения модели,

p – общее число ограничений.

В качестве ограничений модели могут рассматриваться цены на ресурсы, нормативы расходов ресурсов, нормативы качественных показателей использования подвижного состава. На выходе получают значения факторов F_1, F_2, \dots, F_n , обеспечивающие требуемый уровень себестоимости.

Модель оптимизации себестоимости является основой для блока принятия решений об оптимизации ТОР в целом и для отдельного объекта.

Таким образом, инновационный подход к организации ТОР требует внедрения информационный технологий на всех этапах организации и проведения обслуживания с одновременным анализом технической и экономической результативности системы средствами экономико-математического моделирования.

Список использованных источников

1. foRum, <http://for-ua.com/ukraine/2012/10/02/111300.html>
2. Комментарии <http://money.comments.ua/banknotes/2012/08/31/357704/ukrainskimi-ekspressami-stali.html>
3. РБК Украина, <http://www.rbc.ua/rus/newslineshow/-ukrainskiy-ekspress-ispytyvaet-zheleznodorozhnyuyu-infrastrukturu-01102012174300>
4. Данковцев В.Т., Киселев В.И., Четвергов В.А. Техническое обслуживание и ремонт локомотивов: Учебник для вузов ж.-д. транспорта/ Под ред. В.А. Четвергова, В.И. Киселева. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. – 558с.
5. Хасин Л.Ф., Матвеев В.Н. Экономика, организация и управление локомотивным хозяйством/ Под ред. Л.Ф. Хасина: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. трансп.- М.: «Желдориздат», 2002. - 452с.