

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕМОНТА СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА МЕТОДАМИ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Дудукалов Ю. В., к.т.н.

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

*Приведена методика оценки качества ремонта средств транспорта с применением аппарата нечеткого моделирования, которая позволяет учитывать характеристики надежности при управлении производственными процессами.*

**Введение.** Для решения проблем надежности средств транспорта при их техническом обслуживании и ремонте (ТОиР) необходимо построение организационной схемы функционирования предприятий ТОиР выполнять с учетом внедрения CALS-технологий, как информационной основы управления качеством продукции [1].

При анализе таких сложных систем оценка качества технического обслуживания и ремонта обычно выполняется с применением методов теории надежности [2]. Но возможности таких методов ограничены требованиями статистической обработки данных, традиционно применяемыми количественными оценками случайных факторов и т.д. Зачастую для решения задач управления качеством ТОиР требуется такой универсальный аппарат, который обладает широким спектром возможностей по идентификации и на основе которого можно генерировать эффективные алгоритмы функционирования технологической системы, обеспечивать высокий уровень надежности ТОиР средств транспорта.

**Анализ последних публикаций.** Работы по идентификации производственных систем машиностроительного комплекса на основе нечеткого моделирования направлены на анализ процессов управления и обеспечения качества продукции [3]. В этих работах показано, что высокие результаты дают «мягкие вычисления», объединяющие нечеткую логику, нейровычисления, которые образуют алгоритмы структурной и параметрической идентификации. Однако, для оценки качества ТОиР необходимо определить структуру информационных функций и методику идентификации нечеткой модели объектов ремонта.

**Цель и задачи исследований.** Целью исследования является разработка методики оценки качества ТОиР средств транспорта методами нечеткого моделирования с учетом анализа надежности процессов ТОиР машин.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- - определить структуру информационных функций для процессов, формирующих качество ТОиР;
- - разработать методику оценки качества ТОиР средств транспорта.

**Структура информационных функций процессов ТОиР.** При системной интеграции бизнесы-процессы на предприятиях ТОиР могут быть представлены совокупностью взаимодействующих составляющих, каждая из которых связана с качеством ТОиР средств транспорта. Декомпозиция этой совокупности (рис. 1) может выглядеть таким образом:

1) технологические процессы, связанные непосредственно с выполнением ремонтно-обслуживающих работ, включая механическую обработку деталей, разборочные и сборочные операции, нанесения покрытий, дефектацию, диагностику технического состояния объектов ТОиР и т.д.;

2) процессы информационного обеспечения технологической подготовки процессов ремонтного производства, связанные с проектированием технологических процессов;

3) информационные процессы, связанные с заказчиками, определяющими уровень предоставляемых услуг ТОиР на рынке, конкурентоспособность предприятий ТОиР;

4) процессы управления персоналом, его подготовкой и обучением;

5) процессы обеспечения ресурсами, материального и энергетического снабжения, поставка запасных частей, расходных материалов, договорная работа с поставщиками, организация фирменного ремонта;

6) процессы обеспечения работы оборудования ТОиР, его механизация и автоматизация;

7) информационные процессы, обеспечивающие анализ уровня удовлетворенности потребительского спроса;

8) процессы формирования стратегии развития предприятия, управления качеством ТОиР.



Рис. 1. Совокупность процессов, определяющих качество ТОиР

Каждый процесс характеризуется триадой основного (функционально обусловленного), управляющего и вспомогательного циклов. Управляющие циклы также формируются триадами основного управляющего, управления управляющим циклом и вспомогательного для цикла управления [4].

Следовательно, эффективное управление предприятием ТОиР представляет собой интеллектуальную управляющую систему, обладающую свой-

ствами прогнозирования, аналитической обработки данных (OLAP-системы), либо с возможностями принятия решений (DSS-системы) и интеллектуального анализа.

Стандарт ISO 9000:2000 предполагает процессный подход, т.е. необходимо обеспечить оптимальное управление процессами, формирующими заданный уровень качества. Интеллектуальная система управления в таком случае стремится к достижению заданной цели на каждом иерархическом уровне: надсистемы, системы и подсистем (рис. 2).

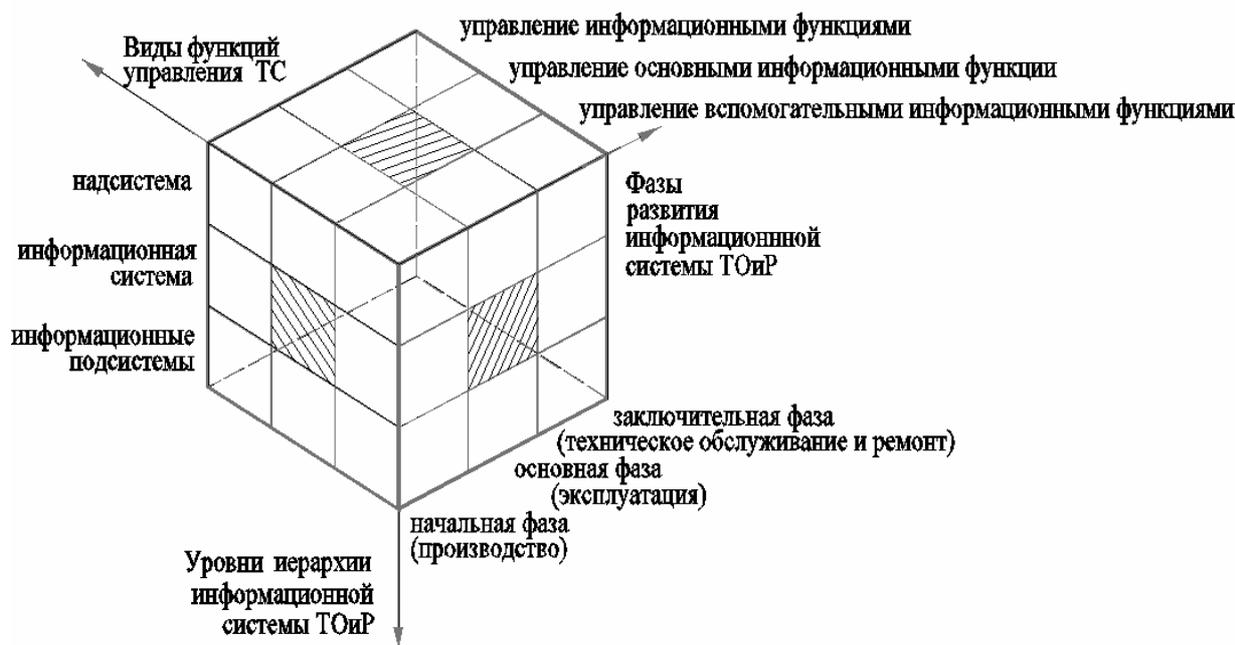


Рис. 2 - Системное представление информационных функций ТОиР

Деятельность предприятия ТОиР представляет собой совокупность взаимозависимых процессов, поэтому для решения задач управления этими процессами используются информационные технологии. Системы управления позволяют оперативно собирать информацию о производственных процессах и обрабатывать её, используя аналитические процедуры.

Такие информационные системы выполняют обработку массивов, которые характеризуют множество входных, выходных и управляющих векторов для статических и динамических процессов в системе ТОиР.

Математическая модель процессов ТОиР может быть представлена в общем виде:

$$\bar{Y} = \bar{W}_{TC} \left( \bar{X}, \bar{Z} \right), \quad (1)$$

где,  $\bar{X}$  - вектор входных характеристик (структуры, параметры, атрибуты, иерархические величины и т.д.);

$\bar{Y}$  - вектор выходных величин (показатели эффективности, производительности, надежности, себестоимости, показатели качества и управление качеством);

$\bar{Z}$  - вектор управляющих величин (алгоритмы функционирования технологических процессов, состав запасных частей, принятие решений при дефектации и организации технологий восстановления и т.д.);

$\bar{W}_{TC}$  - вектор-функция математической модели процессов ТООР.

Процедура «интерпретации» - важная для управления процессами. Для различных видов информационной функции интерпретации устанавливаются множества известных и неизвестных параметров (векторов величин), которые приведены в табл. 1.

Таблица 1. Соответствие параметров модели процесса ТООР для различных видов информационной функции

Вид информационной функции	Параметры модели	
	Известные	Неизвестные
Идентификация, анализ процесса	$\bar{Y}, \bar{X}, \bar{Z}$	$\bar{W}_{TC}$
Прогнозирование (предсказание)	$\bar{X}, \bar{Z}, \bar{W}_{TC}$	$\bar{Y}$
Мониторинг	$\bar{Y}, \bar{X}, \bar{Z}, \bar{W}_{TC}$	Выявляются отклонение в поведении системы $\bar{W}_{TC}$
Диагностика	$\bar{Y}, \bar{X}, \bar{Z}, \bar{W}_{TC}$	Выявляются причины отклонений

Получить математическую модель статических и динамических процессов ТООР в виде (1) возможно лишь для наиболее простых случаев. Для сложных систем такие модели целесообразно использовать только на этапах предварительного анализа процессов управления качеством.

**Методика оценки качества ТООР средств транспорта.** Для решения задач управления на предприятиях ТООР необходим универсальный аппарат, который имеет широкий спектр возможностей по идентификации технического состояния объекта ТООР и на основе которого можно генерировать эффективные алгоритмы функционирования для обеспечения качества продукции предприятия.

Известны методики многокритериального анализа, которые используются в технических системах и предусматривают преобразование вектора частичных критериев оценки эффективности системы в скалярный интегральный критерий. Однако такой подход плохо приспособлен к качественным критериям, которые оцениваются экспертными методами. В этом случае, теория нечетких множеств разрешает формализовать процесс многокритериального выбора вариантов решений, рассматривая интегральный критерий как нечеткий сверток частичных критериев по схеме Беллмана-Заде [3].

Анализ методов нечеткого моделирования показал, что для идентификации объекта ТООР, с показателями технического состояния  $xd_j, j = \overline{1, m}$ , следует использовать нечеткую модель из  $m$  входами и одним выходом (MISO-систему):

$$R_i^\theta : \text{если } xd_1 \text{ есть } XD_{i1}^\theta \text{ и } xd_2 \text{ есть } XD_{i2}^\theta \text{ и } \dots \text{ и } xd_m \text{ есть } XD_{im}^\theta, \text{ то } y_i \text{ есть } Y_i^\theta, \quad (2)$$

где  $\theta = \overline{1, q}, i = \overline{1, n}$ .

Такая нечеткая модель позволяет по заданному входному вектору  $XD$  рассчитать соответствующий выход – интегральный показатель качества ТООР. Механизм вывода представляет собой процесс решения системы продукционных правил (2), в результате которого определяется значение выходной переменной  $\hat{y}_i$  при известных значениях  $XD$ .

В методике оценки качества используется нечеткая модель, которая представляет собой совокупность механизма вывода и продукционных правил, в правых частях которых могут быть нечеткие множества (модель Мамдани). Нечеткая модель состоит из следующих основных элементов: блок фаззификации, блок нечеткого логического вывода, блок дефаззификации.

Таким образом, предлагаемая методика с использованием нечеткого моделирования позволяет получать количественные оценки показателей качества ТООР, учитывая полное множество показателей технического состояния объектов ТООР, в том числе и такие, что описываются лингвистическими переменными. Предлагаемые нечеткие модели могут быть использованы в интеллектуальных системах управления, обеспечивая прогнозирование эффективности процессов ТООР и контроля качества согласно стандартам ISO 9000:2000.

### Список использованной литературы

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). Ч.1 / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. - Харьков: - РИО ХГАДТУ, 1998. - 255 с.
2. Обеспечение надежности сельскохозяйственной техники./ В.Я. Анилович, В.Г. Карпов – К.: Техника, 1989. – 125 с.
3. Ротштейн О.П. Моделювання та оптимізація надійності багатовимірних алгоритмічних процесів./ О.П. Ротштейн, С.Д. Штовба, О.М. Козачко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. - 211 с.
4. Системно-процессное моделирование технических систем в CALS-технологиях / Тернюк Н.Э., Дудукалов Ю.В., Федченко В.В., Гладкая Н.Н.// Сборник научных трудов «Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии», Вып. 49 - Харьков, 2011 - с. 124 - 133.

**Анотація**

**ОЦІНКА ЯКОСТІ РЕМОНТУ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ  
МЕТОДАМИ НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

**Дудукалов Ю. В., к.т.н.**

*Наведено методику оцінки якості ремонту засобів транспорту із застосуванням апарата нечіткого моделювання, що дозволяє враховувати характеристики надійності при управленні виробничими процесами.*

**Abstract**

**EVALUATING THE QUALITY OF VEHICLE REPAIR BY  
MEANS OF FUZZY MODELING**

**Dudukalov Y.V.**

*This article considers the methods of evaluating the quality of vehicle repair using a fuzzy modeling device which makes it possible to allow for safety while operating production processes.*