

НЕЧЕТКАЯ ОЦЕНКА ИДЕНТИФИКАЦИИ УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ ОБЪЕКТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Дудкалов Ю. В., к.т.н.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Предложена оценка идентификации уровня надежности для восстанавливаемых транспортных средств с применением нечетких множеств, что позволяет принимать решения при управлении в технологиях ремонтного производства.

Введение. Проблема информационного обеспечения процессов в технологических системах технического обслуживания и ремонта (*ТС TOuP*) средств автомобильного транспорта (*CAT*) связана с обязательной идентификацией исходного состояния объектов восстановления (*OB*). Спектр возможных исходных состояний и вариантов принимаемых решений по применяемым технологиям *TOuP* создает существенные особенности в управлении ремонтным производством. Прежде всего, это обуславливает необходимость построения системных информационных моделей *OB* для автоматизированного инжиниринга в соответствии с принципами *CALS*-методов для сквозной конструкторско-технологической автоматизированной подготовки.

При анализе и прогнозировании технического состояния машин обычно применяются методы теории надежности [1,2]. Возможности таких методов ограничены требованиями статистической обработки данных, применяемыми количественными оценками случайных факторов и т.д. Зачастую для решения актуальных задач управления в *ТС TOuP* требуется универсальный аппарат, который обладает широким спектром возможностей по идентификации и на основе которого можно генерировать эффективные алгоритмы функционирования для обеспечения качества и надежности *TOuP*.

Анализ последних публикаций. Понятие идентификации нечеткой модели используется в классической теории систем, и под идентификацией понимается получение на основе входных и выходных данных такой модели, которая была бы эквивалента исходной системе [3]. Если в качестве системы рассматриваются многоуровневые объекты – *CAT* для *TOuP* (деталь-узел-агрегат-машина), то идентификация предполагает определение технического состояния по совокупности отдельных парамет-

ров и характеристик, полученных при диагностике, дефектации, в процессе обработки или контроле качества с последующим выполнением формализованного вывода и принятием решений о составе операций *TOuP*. Известно [4 и др.], что удовлетворительные результаты дают «мягкие вычисления», объединяющие нечеткую логику, нейровычисления, генетические алгоритмы, которые образуют алгоритмы структурной и параметрической идентификации. Однако, при *TOuP CAT* предъявляются специфические требования к возможностям информационной модели [5], что определяет и другое содержание методики идентификации нечеткой модели *OB*.

Цель и задачи исследований. Целью исследования является разработка методики идентификации оценки надежности *OB* с помощью нечетких структурно-параметрических процедур. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать системную нечеткую модель для описания *OB* в *ТС TOuP*;
- подготовить методику оценки идентификации уровня надежности *OB* в процессах *TOuP*.

Нечеткая системная модель для описания *OB*. Множество считается заданным, если указаны все атрибуты, которыми обладают элементы множества. Связи между элементами могут быть различными по степени влияния, и технические системы зачастую имеют нечеткие связи и границы. Для моделирования таких систем используются множества, у которых принадлежность элемента множеству задается нечетко или приблизительно. В предметной области *CAT* обычно используются описания конечных четких множеств, элементы которых объективно и четко заданы. В предметной области *TOuP* для описания *OB*, как отображения *CAT* после эксплуатационных воздействий, целесообразно применение конечных нечетких множеств, элементы которых субъективно (по экспертным оценкам) и нечетко включены в состав множества. Системная информационная модель многоуровневого *OB* должна содержать базовую информацию о полном множестве функциональных отклонений, дефектов и неисправностей, причем зачастую имеющих нечеткие границы. Например, *CAT* с частичными нарушениями некоторых функций, с неисправными агрегатами, с дефектными деталями при оценках состояния «почти годен», «небольшой износ» и т.д.

Вся совокупность функциональных, иерархических и динамических свойств системной модели *OB* отражается в соответствующих множествах:

- функций FUN^{OB} , которое состоит из нечетких множеств основных $F_{осн}^{OB}$, обслуживающих(вспомогательных) $F_{обс}^{OB}$ и управляющих $F_{упр}^{OB}$

$$\mathbf{FUN}^{OB} = \mathbf{F}_{очн}^{OB} \cup \mathbf{F}_{обс}^{OB} \cup \mathbf{F}_{упр}^{OB} = \left\{ \begin{array}{l} \mu_F(\mathbf{F}_{очн}^{OB}) / \mathbf{F}_{очн}^{OB}, \\ \left\{ \mu_F(\mathbf{F}_{обс1}^{OB}) / \mathbf{F}_{обс1}^{OB}, \dots, \mu_F(\mathbf{F}_{обс\max}^{OB}) / \mathbf{F}_{обс\max}^{OB} \right\}, \\ \left\{ \mu_F(\mathbf{F}_{упр1}^{OB}) / \mathbf{F}_{упр1}^{OB}, \dots, \mu_F(\mathbf{F}_{упр\max}^{OB}) / \mathbf{F}_{упр\max}^{OB} \right\} \end{array} \right\}, \quad (1)$$

- иерархических уровней OB (четкое множество \mathbf{ST}^{OB})

$$\mathbf{ST}^{OB} = \{st_1, \dots, st_k \dots st_{\max}\}, \quad (2)$$

- динамических свойств (четкое множество \mathbf{T}^{OB} - время эксплуатации, стадии жизненного цикла CAT , время $TouP$, трудоемкость)

$$\mathbf{T}^{OB} = \{t_1, \dots, t_j \dots t_{\max}\}. \quad (3)$$

Принадлежность каждого элемента нечеткому множеству \mathbf{FUN}^{OB} может быть задана функцией принадлежности $\mu_F(\mathbf{F}_i^{OB}) / \mathbf{F}_i^{OB}$. Её значение для элементов множеств равно числу в интервале $[0, 1]$ и определяет степень принадлежности.

Таким образом, предлагаемую нечетко-множественную многоуровневую модель OB можно использовать при исследовании полного множества возможных дефектов и неисправностей CAT , подлежащих ремонтным воздействиям в $TC TouP$.

Оценка идентификации уровня надежности OB в процессах $TouP$.

Достоверность решений, которые принимаются на основе нечетких моделей OB , в значительной степени предопределяется функциями принадлежности $\mu_F(\mathbf{F}_i^{OB}) / \mathbf{F}_i^{OB}$, устанавливаемыми статистическими методами. С учетом постоянно растущего многообразия конструкций CAT и их агрегатов достаточно сложно определять параметры функций принадлежности. Для решения проблемы целесообразно сочетать экспериментальные статистические данные (обучающие выборки) и базы данных для типовых конструкций CAT на каждом иерархическом уровне \mathbf{ST}^{OB} .

Анализ нечеткой системной модели (1)-(3) показал, что для идентификации OB в $TC TouP$ следует использовать нечеткую модель (MISO-систему) с m входами для элементов \mathbf{F}_i^{OB} , принимающих значения \mathbf{FUN}_{il}^{OB0} для множеств $\mathbf{F}_{очн}^{OB}, \mathbf{F}_{обс1}^{OB}, \dots, \mathbf{F}_{обс\max}^{OB}, \mathbf{F}_{упр1}^{OB}, \dots, \mathbf{F}_{упр\max}^{OB}$ и n независимыми выходами y_1, \dots, y_n (MIMO-система) для структурно различимых иерархических уровней, которые можно представить в виде n подмоделей с правилами вида:

$$R_i^{\theta} : \text{если } F_1^{OB} \text{ есть } FUN_{i1}^{OB\theta} \text{ и } F_2^{OB} \text{ есть } FUN_{i2}^{OB\theta} \text{ и ..} \\ \text{и } F_m^{OB} \text{ есть } FUN_{im}^{OB\theta}, \text{ то } y_i \text{ есть } Y_i^{\theta}, \quad (4)$$

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

Нечеткая модель состоит из следующих основных элементов: блок фаззи-фикации, блок нечеткого логического вывода, блок дефаззификации. Механизм вывода представляет собой процесс решения системы продукционных правил (4), в результате которого определяется значение выходной лингвистической переменной $\langle \text{уровень надежности} \rangle \mathfrak{Y}_i$ при известных значениях входных переменных (модель Мамдани). Для оценки выходной переменной вводятся градации для вероятности отказа: $\langle \text{высокая вероятность} \rangle$, $\langle \text{средне высокая вероятность} \rangle$, $\langle \text{средняя вероятность} \rangle$, $\langle \text{средне низкая вероятность} \rangle$, $\langle \text{низкая вероятность} \rangle$.

По методу средних центров выполняется расчет для оценок надежности, которые соответствуют указанным нечетким термам.

Выводы.

1. Предлагаемый метод нечеткого системного моделирования ОБ позволяет анализировать для САТ полное множество дефектов, включая такие, которые не определяются количественными оценками, а описываются лингвистическими переменными на разных структурно различимых уровнях.

2. Оценка уровня надежности позволяет выполнить формализованное обоснование содержания ГОиР для ОБ, алгоритма технологического процесса, оптимизирует не только последовательность и состав технологических операций, но и сокращает расход ресурсов, обеспечивая надежность процесса.

3. Полученные нечеткие модели могут быть использованы в интеллектуальных системах, обеспечивающих прогнозирование эффективности ГОиР и методов контроля согласно стандартам ISO 9000:2000.

Список использованных источников

1. Анилович В.Я. Обеспечение надежности сельскохозяйственной техники/ В.Я. Анилович, В.Г. Карпов – К.: Техника, 1989. – 125 с.
2. Кухтов В.Г. Долговечность деталей шасси колёсных тракторов /Кухтов

- Валерий Георгиевич. – Х.: ХНАДУ, 2004. – 292 с.
3. Цыпкин Я.З. Информационная теория идентификации /Цыпкин Яков Залманович. М.: Наука, 1995. – 336 с.
 4. Ротштейн О.П., Штовба С.Д., Козачко О.М. Моделювання та оптимізація надійності багатовимірних алгоритмічних процесів. – Вінниця: УНІВЕР-СУМ-Вінниця, 2007. - 211 с.
 5. Дудукалов Ю.В. Методика идентификации нечеткой модели объекта восстановления в ремонтном производстве / Ю.В. Дудукалов // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Вип. 114 «Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва» - Х., 2011. – с. 224 – 229.

Анотація

НЕЧІТКА ОЦІНКА ІДЕНТИФІКАЦІЇ РІВНЯ НАДІЙНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ВІДНОВЛЕННЯ В РЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Дудукалов Ю. В.

Запропонована оцінка ідентифікації рівня надійності для транспортних засобів, що відновлюються, із застосуванням нечіткого моделювання, яка дозволяє прийняти обґрунтовані рішення для управління технологіями ремонтного виробництва.

Abstract

FUZZY ASSESSMENT IDENTIFICATION OF THE LEVEL OF RELIABILITY RECOVERY OBJECTS IN REPAIR WORK

Dudukalov Y.V.

Proposed identification of the level of reliability for the rescue vehicles with the use of fuzzy sets, allowing you to make decisions in the management of technology of repair production.