

Іванов О.П., Скалозуб М.В. (ДНУЗТ)

**МЕТОДИ НЕЧІТКОГО І
БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО
ЕКСПЕРТНОГО АНАЛІЗУ
ХАРАКТЕРИСТИК СКЛАДНИХ СИСТЕМ В
УМОВАХ РИЗИКУ І НЕВИЗНАЧЕНОСТІ
РІЗНИХ КАТЕГОРІЙ**

У доповіді представлено розроблені математичні і програмні засоби автоматизації процесів оцінки і прогнозування параметрів складних технічних систем або їх проектів. Відмінність запропонованих методів полягає у формалізації відповідних інтегрованих моделей експертних оцінок, сформованих на основі застосування нечіткого логіко-лінгвістичного моделювання, а також за умов неоднорідної невизначеності параметрів і умов функціонування систем [1]. Наведено загальну постановку завдань розрахунку та прогнозування параметрів технічних систем та інвестиційних проектів у сфері автоматизованих систем залізничного транспорту на основі аналізу аналогічних проектів в умовах нечіткої експертної оцінки вартості складових. Представлене програмне забезпечення по розрахунку очікуваних характеристик технічних та інвестиційних проектів, а також для визначення ступеня достовірності отриманих оцінок.

Для формування очікуваних показників або характеристик проектів технічних та інших систем використовується інформація (різноманітні дані) про аналоги або відомі прототипи. Вважається що процедури експертних оцінок спрямовані на визначення значень деяких об'ємних і якісних показників проектів. При цьому об'ємні характеристики далі можуть бути використані для розрахунків очікуваних величин заданих технічних параметрів, витрат – вигоди, термінів виконання робіт, необхідних при цьому ресурсів, очікуваних змін показників послуг та ін. Вихідними параметрами нечітких або багатокомпонентних моделей невизначеності умов вибору являються значення об'ємного показника та характеристика ризику його реалізації. Показник ризику подається у термінах тверджень експертів (<малий>, <помірний>, <значний>, <високий>), які у моделях розрахунків представлені трикутними нечіткими величинами або у формі трапецій. Нечіткими характеристиками проектів являються очікувана оцінка вихідного параметра, необхідний обсяг інвестування окремих проектів, готовність (% - відсотки) проекту і виконавців до реалізації ін.

Наведено приклади програмної реалізації методу нечіткого управління, який реалізує класичні схеми методу, а також з урахуванням різних категорій невизначеності даних [1], що повністю забезпечує

можливості експертного формування узагальнених логіко-лінгвістичних моделей, призначених для процедур оцінювання характеристик складних технічних систем або інвестиційних проектів.

Література

1. Лю Б. Теория и практика неопределенного программирования / Б. Лю; Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 416 с.

Скалозуб В.В., Осовик В.Н. (ДНУЖТ)

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ
ПРОЦЕССОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРКА
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА
ОСНОВЕ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ**

Совершенствование процессов эксплуатации парков сложных ТС железнодорожного транспорта (вагонов, локомотивов, стрелочных переводов, электродвигателей и др.) или составляющих их компонентов, с учетом параметров текущего состояния, является актуальной научно-технической проблемой, которая является чрезвычайно важной для железнодорожных дорог, насчитывающих десятки тысяч единиц такого рода эксплуатируемых систем. В качестве объектов анализа в докладе рассмотрены электродвигатели (ЭД), используемые в железнодорожных стрелочных переводах – высоко ответственных системах управления процессами перевозок. ЭД широко используются в промышленности и на транспорте. Так в настоящее время только на Юго-Западной железной дороге их эксплуатируется более 6800. ЭД – дорогостоящее оборудование при покупке, эксплуатации, ремонте. В настоящее время процессы эксплуатации ЭД осуществляются на основе планово-предупредительного метода, с учетом нормирования. Представлены результаты исследований по созданию интеллектуальной автоматизированной системы, обеспечивающей управление процессами эксплуатации парков ЭД на основе получения оценок параметров их текущего состояния, без исключения устройств из производственных технологических процессов.

Рассматривается определенное множество сложных технико-технологических объектов одинакового назначения, парк технических систем, а также процессы их эксплуатации. Техническое состояние объекта на данном этапе эксплуатации определяется по сигналам, снимаемым с него, причем без исключения систем из процессов эксплуатации. Также известны ресурсы (технические, материальные,

трудоые и др.), необходимые или же выделенные для эксплуатации парка объектов. Решается задача автоматизации процессов эксплуатации парка объектов, на основе создания интеллектуальной автоматизированной технологии и системы управления процессами эксплуатации парка ТС по текущему состоянию. При этом требуется определить параметры состояния компонентов системы (мониторинг технического состояния), а также обеспечить раннее обнаружение скрытых неисправностей. Результатом мониторинга является оценка принадлежности объекта к классу исправного или к заданным неисправным классам состояний. Если выявлено неисправное состояние объекта, то требуется определить вид неисправности и получить оценку достоверности. На основе данных мониторинга объектов требуется получить прогноз возможных изменений состояний элементов ТС, а также установить рациональную очередность контроля и восстановления элементов, с учетом требований по безопасности транспортной системы и ограниченных ресурсов процессов эксплуатации.

Автоматизированная технология диагностики и управления парком ЭД основана на анализе частотного спектра рабочего тока двигателя. Дискретизация тока электродвигателя реализуется в блоке аналого-цифрового преобразователя (АЦП), получение спектральных характеристик тока ЭД реализовано с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ). Входными данными модуля мониторинга электродвигателей является частотный спектр тока ЭД, рассчитанный в блоке БПФ. Для каждого электродвигателя формируется индивидуальная модель (ИМ), которая хранит текущие спектральные характеристики и у исправного состояния двигателя. Модуль мониторинга сравнивает спектр, полученный из блока БПФ, со спектром исправного состояния, хранящимся в соответствующей ИМ ЭД. При обнаружении существенных различий в этих спектрах модуль мониторинга передает спектральные характеристики анализируемого ЭД в модуль диагностирования. На выходе модуля диагностирования получаем оценки достоверностей выявляемых неисправностей электродвигателя. Эти оценки сохраняются в ИМ ЭД.

При управлении парком ТС решается одна из основных подзадач эксплуатации ЭД – определение очередности ремонтов устройств, при диагностике которых установлены различные скрытые типы неисправностей, с учетом ограниченности ресурсов, к которым отнесены время ремонта, персонал, запасные части, денежные средства др.

Для распознавания кластеров в спектральных характеристиках ЭД использована сеть Кохонена. Выявление кластеров позволяет сопоставить с ними классы технического состояния электродвигателей и

использовать SOFM сеть для классификации неисправностей. Анализ взаимного расположения кластеров на топологической карте позволяет выявлять сходства или различия между различными классами неисправностей. Использование сети Кохонена позволяет выявлять и новые виды неисправности ЭД, при этом их входные образцы будут размещены на топологической карте вне известных кластеров. Входной слой сети Кохонена состоит из 256 элементов, на каждый из которых подаются величины интенсивности гармоник преобразования Фурье тока ЭД. Выходной слой сети представляет собой топологическую карту. В результате экспериментов лучшую способность к кластеризации показала топологическая карта размерностью 3 на 5 элементов.

Выполненные исследования и разработки позволяют перейти от плано-предупредительного метода эксплуатации к обслуживанию по фактическому техническому состоянию ЭД. К основным эксплуатационным свойствам разработанной системы относятся следующие: прогнозирование отказа ЭД на основе индивидуальных моделей; удаленная диагностика без исключения из процессов эксплуатации; самообучение и адаптация моделей объектов; простота эксплуатации; применимость к другим элементам технических систем (дизельные тяговые двигатели локомотивов).

Лазарева Н.М. (УкрДАЗТ)

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ГАЛЬМІВНИМИ ПОЗИЦІЯМИ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ

Керування гальмівними позиціями є складним практичним завданням, що не формалізується з погляду суворого математичного аналізу через суперечливість і неоднозначність знань про розв'язуване завдання керування, неконтрольованість збурень, що змінюються динамічно й неповноту даних. Практична неможливість виміру повного вектору стану об'єктів та виконавчих механізмів обумовлює необхідність побудови малолюдної технології управління з використанням засобів штучного інтелекту. Перевагами є легка інтеграція з іншими інформаційними технологіями та сучасними технічними засобами, стійкість роботи з можливістю розширення, трансформування й удосконалення знань про об'єкти керування.

Розглядається проблема синтезу спеціалізованих систем керування, архітектур штучних нейронних мереж для рішення задач управління розпуском, які враховують апостеріорну інформацію про властивості об'єкта і факторів впливу, а також дозволяють здобувати з даних нову інформацію про ці властивості.