

УДК 620.179

## КРИТЕРИИ ВИБРОДИАГНОСТИКИ МАШИН В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И НЕПОЛНОТЫ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Д. А. ТКАЧЕВ

УО «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

Минск, Беларусь

В качестве количественных и качественных характеристик технического состояния изделия обычно используются контролируемые параметры с установленными нормативами по допустимому изменению их численных значений. По каждому контролируемому параметру в эксплуатационной документации указывается нормативное значение, чаще всего соответствующее техническим состояниям (ТС): функционирования, работоспособности или исправности. Реже указываются нормативы параметра для нефункционирующего, неработоспособного или неисправного состояний.

На практике определить параметры распределения оказывается сложно. В таких случаях применяют критерии для типовых объектов, указанных в технических нормативно-правовых актах. Стандарт ГОСТ ИСО 10816-97 является базовым документом для разработки руководств по измерению и оценке вибрации машин. Критерии оценки для машин конкретных типов должны быть установлены в соответствующих стандартах или в эксплуатационной документации. Разработка критериев проводится по группе однотипных изделий.

Для малосерийных или единичных изделий этап обучения может занимать длительное время. Ситуация усложняется, когда проведение практических исследований с внесением всех возможных дефектов на объекте диагностики выполнить невозможно, из-за высокой стоимости самого изделия и его эксплуатации. Как следствие, основным фактором, определяющим низкую интенсивность применения вибродиагностики в эксплуатации авиационной техники, является отсутствие методик и методических рекомендаций по принятию диагностических решений, обеспечивающих достаточный уровень достоверности диагноза.

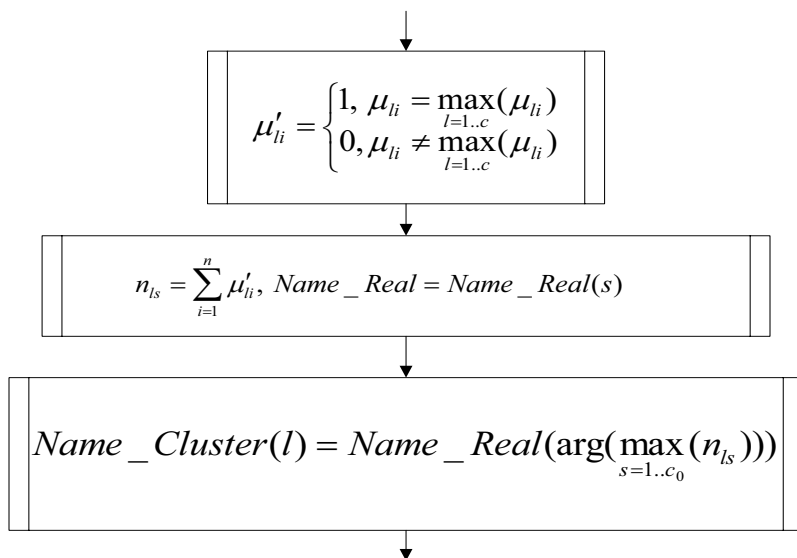
Альтернативой описанных методов является применение алгоритмов распознавания основанных не на статистических данных, а на анализе расстояний между объектами в диагностическом пространстве или потенциалов специальных функций. Для решения задачи диагностики, при ограниченности информации, целесообразно применять методы распознавания без учителя, что позволит выделять новый класс, который ранее не был представлен в исходных данных. Наиболее широкое применение получили нейронные сети и четкие и нечеткие методы кластеризации. Так как применение нейронных сетей с обучением без учителя при появлении нового класса требует контролируемого процесса переобучения сети, для диагностики в условиях

ограниченности информации целесообразно применять методы кластеризации. Методы кластерного анализа не требуют предварительного обучения и позволяют выделять новые классы по мере их появления.

Автором используется алгоритм нечеткой кластеризации Беджека-Данна (FCM). Входом алгоритма является матрица объект-свойство и число распознаваемых классов. Выходом алгоритма является матрица принадлежности объектов к классам ТС.

Для практического исследования работы алгоритма используются результаты эксперимента на турбохолодильниках, проведенного на ОАО "558 авиационный ремонтный завод". Число распознаваемых классов ТС  $c=c_0 + 2$ , где  $c_0$  – число априорно известных классов ТС.

Алгоритм присвоения имени кластерам, сформированным на выходе FCM – алгоритма представлен на рис. 1. Для оценки возможности выявления новых классов ТС объекты с дефектами подавались на вход алгоритма последовательно. Признаком выявления нового класса являлось появление кластера с именем "Неизвестный".



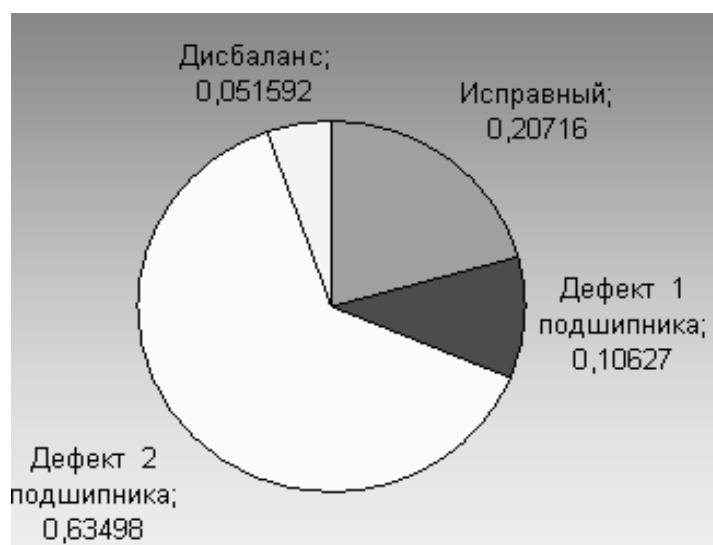


Рис. 2. Значения функции принадлежности к 4-м классам технического состояния объекта № 55

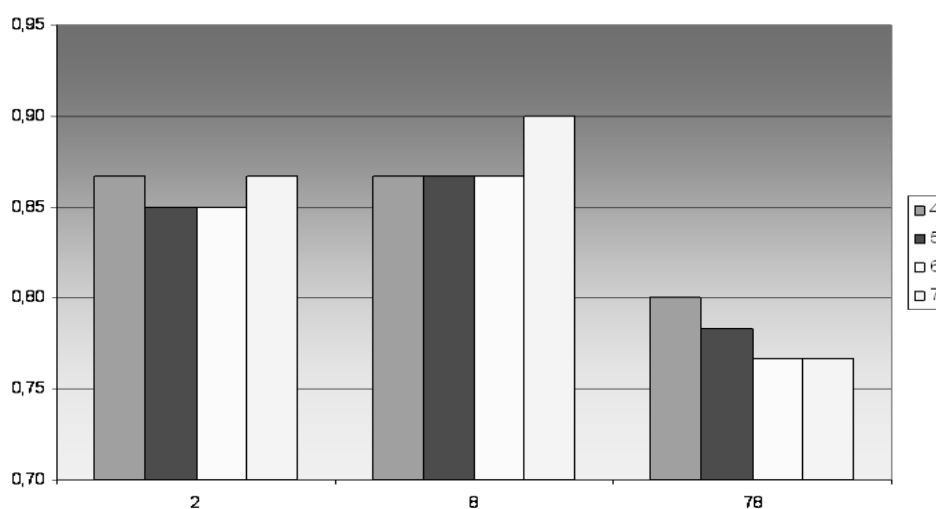


Рис. 3. Достоверность диагностики турбохолодильников

Анализ результатов кластеризации и практического применения алгоритмов нечеткой кластеризации показывает, что задача постановки диагноза решается не полностью. С одной стороны, оператор имеет информацию о принадлежности объекта к различным классам ТС. Степень принадлежности является своеобразным эквивалентом степени развития дефекта и мгновенной степени его проявления в диагностическом сигнале. С другой стороны, минимальное значение функции принадлежности определяет чувствительность системы и требует проведения исследований. Тем не менее, применение рассмотренных критериев диагностики позволяет более оперативно внедрять вибродиагностику на практике и создавать автоматизированные системы вибродиагностики.

E-mail: AvFan@yandex.ru