

АЛГОРИТМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В настоящее время для оценки состояния горных механизмов применяются различные методики диагностирования их работы. Большое количество научных работ посвящено диагностированию работы горных агрегатов по производимой ими вибрации [1-3], поскольку вибрационные сигналы содержат значительный объем диагностической информации: колебания системы указывают на неисправность механизма или зону повышенного риска аварии; диагностика по вибрационным сигналам является бесперебойной и неразрушающей.

Как показали предварительные исследования [4], спектры активной мощности приводного двигателя полностью коррелируют с вибрационными спектрами. Это позволяет сделать вывод, что на основе анализа спектров мощности можно производить такие же диагностические операции и выводы из них, как из диагностических операций на основе вибрационных спектров.

Системы, анализирующие спектральные сигналы, должны в процессе работы выполнять такие операции, как:

- определение уровня сигнала в контролируемой полосе (или полосах) частот;
- спектральный анализ поступающих с горного агрегата сигналов в режиме реального времени, т.е. выделение составляющих спектр гармоник и их уровней;
- анализ составляющих гармоник, выделенных на предыдущем этапе исследования поступившей информации.

Из этих требований логично вытекает необходимость использования быстрого и надежного метода спектрального анализа, который мог бы позволить без снижения информативности оперативно проанализировать поступающую информацию.

Из [1-3] следует, что спектральный анализ вибрационных сигналов позволяет в реальном времени выявлять большую часть аварийных ситуаций и предупреждать о возможности их возникновения.

Для такого рода анализа целесообразно использовать спектральное преобразование Фурье, которое обладает такими преимуществами, как:

- естественная интерпретация частотного спектра, т.е. способность разделять компоненты сигнала, имеющие различные свойства и, в большинстве случаев, природу возникновения;
- инвариантность к временному сдвигу энергетического спектра Фурье, что позволяет избежать синхронизации аналитического оборудования с работой анализируемого механизма [5].

Для ускорения вычислений спектрального преобразования Фурье целесообразно использовать дискретное преобразование Хартли, поскольку этот метод дает двукратное превосходство в необходимом количестве вычислений, и, как следствие, почти двукратное превосходство по времени преобразования по сравнению с другими методами спектральных преобразований. Такая экономия объясняется тем, что при работе преобразования Хартли анализируются действительные отсчеты, тогда как при классическом преобразовании Фурье действия производятся над комплексными числами. Кроме того, при преобразовании Хартли не учитывается фазовая составляющая сигнала, которая для вычислений энергетического спектра не требуется [6].

Необходимо отметить, что выбор методов анализа спектральных сигналов зависит от решаемой задачи. Так, для мониторинга – наблюдения за изменением состояния анализируемого механизма – вполне позволительно использовать построение трендов вибрационных сигналов в частотно-временной области, что позволит зарегистрировать изменение энергии составляющих гармоник в течение некоторого отрезка времени, что, в свою очередь, позволяет сделать выводы о состоянии объекта в целом и его отдельных частей.

Автоматизация мониторинга состояния объекта возможна как путем различного рода статистических анализов спектральных плотностей поступивших сигналов, так и путем применения в анализе состояний некоторых элементов и методов искусственного интеллекта, таких как искусственные нейронные сети и экспертные системы.

Использование искусственных нейронных сетей (ИНС) в процессе мониторинга позволяет избежать сложного и длительного моделирования объекта, свойства которого необходимо контролировать. Вместо моделирования достаточно обучить нейронную сеть распознавать состояния объекта на примерах поступающих с объекта сигналов. Так, в течение некоторого времени ИНС необходимо дать возможность запоминать текущие сигналы при различных режимах работы. На следующем этапе выделить из множества этих сигналов те, которые наилучшим образом отвечают требованиям, предъявляемым к технологическому процессу; и распределить полученные и запомненные сигналы по ряду классов, например: «нормальная работа», «предавварийное состояние» и «авария».

В качестве «учителя», распределяющего сигналы по классам, может выступать и сама ИНС, при условии, что она способна к обучению без учителя, однако данное направление не будет высокоточным в определении состояния объекта по следующим причинам:

1. поскольку сети, обучаемые без учителя, по своей структуре таковы, что выдают непредсказуемые выходные реакции, то для точного распознавания может потребоваться интерпретатор, выполненный в виде дополнительного слоя нейронной сети или в виде какого-либо иного объекта;

2. разные участки спектра полученного сигнала обычно отличаются различным уровнем информативности, что, для ИНС, обучаемых без учителя, является узким участком, т.к. в большинстве случаев для алгоритмов таких сетей компоненты входного вектора (входные сигналы) равнозначны.

Другим вариантом обучения ИНС является «обучение с учителем», которое подразумевает обучение сети входному сигналу и четком определении выходного сигнала, соответствующего данному входному. Этот вариант является более точным, в сравнении с вариантом «без учителя», однако он также не лишен ряда отрицательных моментов. Так, данный метод подразумевает, что в ответ на каждый подаваемый входной сигнал будет задан идеальный ответ сети – выходной вектор. В этом случае возникают следующие узкие моменты:

1. При обучении сети правильным реакциям будет затрачено значительное количество рабочего времени оператора, управляющего обучением;
2. При значительном отличии поступившего входного сигнала на вход обученной сети от известных образцов, очень высока вероятность ошибочного вывода сети, что может привести к сбою системы мониторинга.

Кроме того, необходимо учитывать такой момент, как способность ИНС ошибаться. По сути, любая ИНС является математической моделью естественной нервной сети живых организмов, что подразумевает под собой не только быструю приспособляемость к внешним условиям, но и возможность принятия решения при ранее неизвестных внешних факторах. Обычно эта способность весьма ценна, так как позволяет набирать опыт для дальнейших действий, однако, в первом случае столкновения с данной совокупностью внешних факторов результат ответа ИНС труднопредсказуем и зачастую ошибочен. Так, ИНС в случае подачи ей на вход ранее неизвестного входного сигнала, свидетельствующего об аварии, может позволить развиваться аварийной ситуации вместо немедленного прекращения работы, что может повлечь за собой аварию большего масштаба. Следовательно, использование искусственной нейронной сети в качестве элемента управления и мониторинга возможно лишь в случае полной уверенности в отсутствии в контролируемой системе возможности

получения нестандартной ситуации, выдающей на вход ИНС неизвестное ей сочетание сигналов, которое может повлечь за собой ошибку вышеописанного характера.

Другим путем развития систем искусственного интеллекта, применяемых в настоящее время в промышленности, является применение специализированных экспертных систем, которые в процессе работы имитируют логические предпосылки, рассуждения и выводы человека-эксперта в данной области. В основе всех экспертных систем используется набор фактов и правил обработки этих фактов, накопленных и формализованных экспертом, называемый базой знаний. В качестве алгоритма работы экспертных систем применяется причинно-следственный анализ и обработка информации базы знаний.

Накопленная экспертом информация может быть также оформлена в виде системы с нечеткой логикой [7], а также может быть представлена как симбиоз экспертной системы и системы с нечеткой логикой. Однако при создании экспертных систем также существует ряд отрицательных моментов, связанных с трудностью получения формализованной и полномасштабной информации от эксперта. Так, эксперт может счесть некий факт несущественным и не внести его в разрабатываемую базу знаний экспертной системы, однако в процессе эксплуатации может выясниться, что данный факт важен для вывода некоего правила, что потребует пересмотра всей экспертной системы или ее базы знаний. Во избежание подобных казусов в последнее время наметилась тенденция создания «гибких» экспертных систем, позволяющих в процессе эксплуатации контролировать и редактировать ход логического вывода, а также дополнять базу знаний системы новыми фактами и правилами.

Задачи диагностики, в отличие от задач мониторинга, более сложны, т.к. предусматривают не только контроль состояния объекта в целом, но и контроль состояния отдельных узлов и механизмов наблюдаемого объекта, а

также прогнозирование состояния технологического процесса в целом, объекта и его узлов.

Подытоживая, можно отметить, что для анализа функционального состояния контролируемого объекта представляется перспективным использование, как статистических методов обработки сигналов, так и методов, использующих парадигмы искусственного интеллекта. Так как в настоящее время развитие вычислительной техники идет по пути параллельной обработки информации, то есть более перспективным является подход, при котором для анализа поступающих сигналов будут параллельно задействованы как статистические, так и методы искусственного интеллекта.

При таком подходе представляется возможной перекрестная проверка результатов различных вариантов анализа, что сведет вероятность ошибки распознавания состояния к минимуму, и, как следствие, повысит надежность систем контроля.

Список литературы

1. Звягильский Е.Л., Блюсс Б.А., Назимко Е.И. Семененко Е.В. Совершенствование режимов работы гидротранспортных установок технологий углеобогащения. – Севастополь: «Вебер», 2002., - 247 с.
2. Замиховский Л.М., Зикратый С.В., Савюк Л.О. Исследование вибросостояния системы "УЭЦН-КНКТ" в промышленных условиях // Ивано-Франк. ин-т нефти и газа.– Ивано-Франковск, 1993.– 10 с.– Рус.– Деп. в ГНТБ Украины 01.06.95, №1370-Ук95.
3. Бандура В.В. Розробка методу вібраційного контролю технічного стану штангових глибино-насосних установок для видобутку нафти. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Івано-Франківськ, 2003, - 19 с.
4. Приходченко С.Д. Зависимость спектра потребляемой мощности электродвигателя от физических параметров механизма. //Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. работ. Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова. - Днепропетровск, 2006. - Вып. 64. - С. 123-129.
5. Солодовников А.И., Спиваковский А.М. Основы теории и методы спектральной обработки информации: учебное пособие. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1986. – 272 с.
6. Залманзон Л.А. Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 496 с.
7. Глухова Н.В. Інтелектуальні моделі системи підтримки прийняття рішень при автоматизованому управлінні процесом гідротранспортування. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Дніпропетровськ, 2002, - 18 с.

Приходченко С.Д. Выбор алгоритмов автоматизированной оценки функционального состояния объекта с применением технологий искусственного интеллекта. // Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. работ. Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2006. – Вып. 66. – с. 231-235