

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

МОНИТОРИНГ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ DATA MINING

Предложена концепция мониторинга состояния электрических двигателей электроприводов на основе технологии интеллектуального анализа данных. Обоснована структура первичных и агрегированных информативных данных для интеллектуального анализа: априорных, которые описывают электропривод до начала эксплуатации, и апостериорных, которые описывают его поведение в процессе эксплуатации

Запропоновано концепцію моніторингу стану електроприводів на основі технології інтелектуального аналізу даних. Обґрунтовано структуру первинних та агрегованих інформативних даних для інтелектуального аналізу: априорних, що описують електропривод до початку експлуатації, і апостеріорних, що описують його поведінку в процесі експлуатації.

The condition monitoring conception of electric engines of electric drives based on the technology of data mining is offered. The primary and aggregated informative data structure of intellectual analysis is based: a priori describing the engine before the exploitation and a posteriori describing behavior during exploitation.

Повышение надежности мощного электромеханического оборудования промышленных предприятий Украины (перерабатывающих и горнометаллургических комплексов, транспорта, предприятий по переработке нефти и газа и т.п.), оценка остаточного ресурса и, в конечном итоге, продление срока его службы остаются важнейшими задачами в рамках проблемы ресурсосбережения. Одной из мер, принятых в данном направлении, была регламентация перехода от обслуживания по факту выхода их из строя (Reactive Maintenance) к обслуживанию по регламенту (Preventive Maintenance) [3]. Однако наиболее эффективным подходом, в том числе и за рубежом, признано считать обслуживание по фактическому состоянию (Predictive Maintenance), которое неразрывно связано с созданием и развитием систем мониторинга [1]. Решения в области продления срока службы мощного электромеханического оборудования, в частности средствами мониторинга состояния, признано одним из стратегических направлений деятельности CIGRE на период 2010-2020 гг. [2].

Существенное повышение эффективности процесса мониторинга может быть достигнуто за счет использования технологии Data Mining (DM) или, иными словами, интеллектуального анализа данных (ИАД). При этом, как показывает анализ публикаций, многие вопросы в этом направлении остаются открытыми. Технология DM [5,6], активно развивающаяся в последнее десятилетие во многих областях [4,7], в частности, в области Smart Grid [8], открывает, по оценкам экспертов, широкие возможности и в области мониторинга электромеханических систем.

Цель работы - повышение эффективности процесса мониторинга за счет использования технологии интеллектуального анализа данных, описывающих электропривод (ЭП) и его поведение.

Традиционный взгляд на процесс мониторинга ЭП – это оценка текущего и (или) будущего состояния на основе анализа накопленных информативных данных, ценность которых в ретроспективе экспоненциально снижается. Концепция DM [5,6] подходит к анализу сырых ретроспективных данных принципиально иным образом (рис.1). На основе последних вычисляется ряд агрегатов (интегральных характеристик), которые периодически загружаются в хранилище определенной структуры, где непрерывно накапливаются. При этом точность и достоверность аналитических выводов прямо пропорциональна объему исходных данных. Как агрегированные, так и «сырые» данные являются «клондайком» для применения методов ИАД к поиску нетривиальных устойчивых шаблонов (patterns) в описании состояния ЭП, мониторинг которых осуществляется. Паттерны несут скрытые знания, позволяющие строить более надежные прогнозы относительно надежности, остаточного ресурса и срока службы ЭП. Таким образом, помимо традиционных подходов к прогнозированию тех или иных показателей (параметров), характеризующих состояние ЭП, предлагаемая концепция дает возможность построения альтернативных моделей прогноза, повышающих его качество.

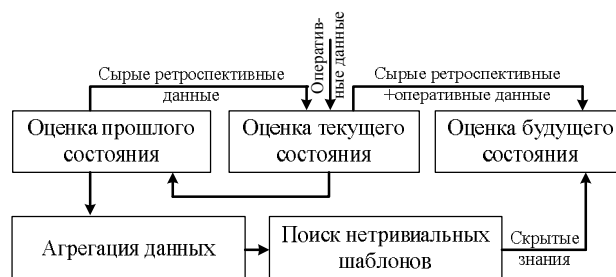


Рис.1. Предлагаемая структура процесса мониторинга
Реализация DM-концепции на начальной стадии

требует определения, описания, анализа и экспертной оценки информативных данных. При этом предлагается все данные разбить на две группы: априорные, описывающие начальные условия эксплуатации ЭП, и апостериорные, описывающие его работу в процессе эксплуатации (рис. 2). Обе категории данных могут быть собраны из разных источников. Следует отметить, что в системе электроснабжения мощные приводы получают питание от индивидуальных ячеек, в состав которых входят средства защиты и контроля параметров энергопотребления с возможностью регистрации режимов работы ЭП. Это один из важных, на наш взгляд, автоматизированных источников апостериорной информации.

Известно, что существенными апостериорными факторами, определяющими время службы ЭП, являются оценки показателей качества питающей энергии, и качества ее преобразования [1]. В последнее время появились работы, посвященные оценке ресурса в условиях несимметрии и (или) несинусоидальности питающей сети. Однако, как показывают исследования [1], именно оценка качества преобразования энергии дает возможность более точного прогноза остаточного ресурса ЭП на основе знания реального отклика нелинейной системы на гармоническое или полигармоническое воздействие при требуемых переменных состоянии.

Наряду с разработкой и реализацией важных типичных этапов Data Mining - консолидацией данных, реализацией ETL-процесса, трансформацией, очисткой и загрузкой в хранилище данных [5,6] – актуальным является вопрос синтеза структуры взаимодействия задач интеллектуального анализа на различных стадиях моделирования, что должно составлять основу так называемого аналитического сценария (рис.3).

Главной идеей, которая положена в основу концепции мониторинга, является следующая: рядом с

существованием естественной сегментации электродвигателей (ЭД) ЭП в пространстве априорных признаков размерности n , очевидно, существует и другая естественная сегментация в пространстве размерности $n+m$, где m – количество апостериорных признаков. Последние несут информацию об эксплуатационных характеристиках ЭП. Именно по результатам персонификации апостериорных, а не априорных сегментов предполагается разработка стратегий предиктивного обслуживания.

По мнению авторов на начальной стадии целесообразна редукция информативных факторов, например, методами факторного анализа или, с учетом разнотипности информативных данных, многомерного шкалирования (multidimensional scaling). На последующей стадии – решение задачи сегментации ЭД ЭП: сначала на основе априорной информации, а затем с использованием апостериорной информации относительно функционирования ЭП в течение определенного срока эксплуатации. Это позволило бы решить задачу персонификации определенных групп и их детального сравнительного исследования. На последующих этапах профиль «наиболее надежного» и «наименее надежного» ЭП создается, например, путем применения задач поиска ассоциативных правил и последовательных шаблонов в рамках определенного сегмента с параллельным анализом отклонений. Решение задачи классификации ЭД ЭП с целью выработки определенной стратегии в отношении предиктивного обслуживания возможно через определенный срок мониторинга ЭП в границах определенного сегмента на основе обучающего множества. Полученные знания дают возможность классификации и прогнозирования поведения нового ЭД, или прошедшего ремонт, что собственно и является конечной задачей.



Рис.2. Структура информативных данных об электроприводе для интеллектуального анализа

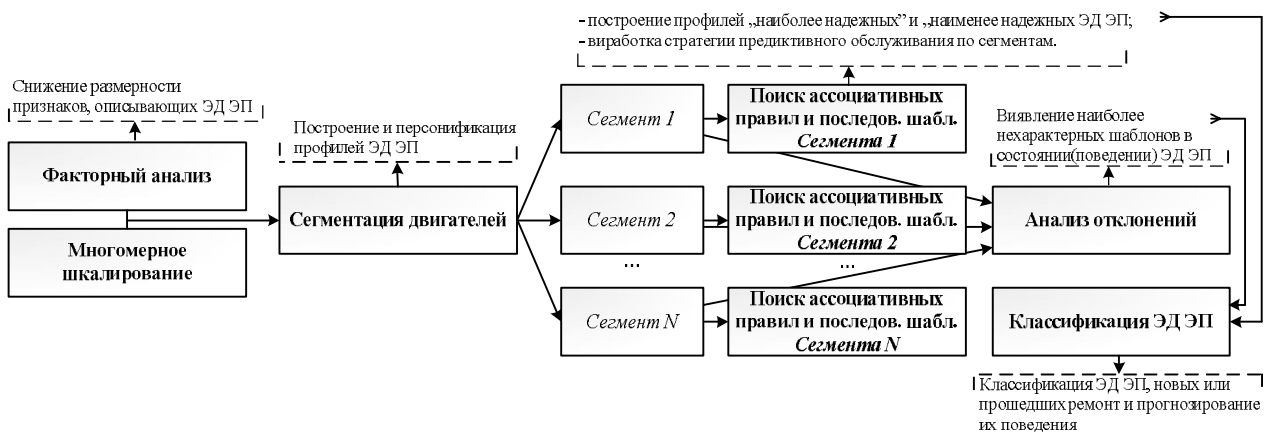


Рис.3. Мета-модель взаимосвязи задач интеллектуального анализа и прогнозирования состояния ЭД ЭП

Выводы. Обоснована концепция мониторинга на основе технологии Data Mining, в частности, структура информационного и математического обеспечения. Предложенная концепция, в отличие от существующих, базируется на другой парадигме, смысл которой заключается в следующем. Мониторинг мощных электромеханических систем имеет целью не только оценку их оперативной ситуации, в частности, по конкретному ЭП, а поиск скрытых нетривиальных закономерностей в поведении всей совокупности в глубокой ретроспективе. Это дает возможность с помощью методов Data Mining создать профили «наиболее надежных» и «наименее надежных» ЭП. Поиск нетривиальных шаблонов и скрытых знаний в таком поведении средствами интеллектуального анализа даст истинный эмпирический фундамент для построения моделей прогнозирования их остаточного ресурса и выработки стратегии продления срока их службы.

Список использованной литературы

1. Мониторинг параметров электрических двигателей электромеханических систем / А.П. Черный, Д.И. Родькин, А.П. Калинов, О.С. Воробейчик. – Монография. – Кременчуг: ЧП Щербатых А.В., 2008. – 244 с.
2. Паклин Н.Б. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. / Н.Б. Паклин, В.И. Орешков – СПб.: Питер, 2009. – 624 с.
3. Про затвердження Порядку проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Постанова Кабінету міністрів України №687 від 26.05.2004 р.
4. Data mining techniques to assess the condition of high voltage electrical plant / A.J. McGrail, E. Gulski, E.R.S. Groot [at alias]. – Paris: Session CIGRE. – 2002. P. 15-27.
5. Frochlich K. CIGRE Technical Activities Strategic Directions 2010-2020 / K. Frochlich// Electra. –2010. – № 249. –. P. 6-12.
6. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases [Электронный ресурс]: / Под ред. Usama

Fayyad, Gregory Piatetsky-Shapiro and Padhraic Smyth — Электрон. дан. (1файл). 1996. – Режим доступа: <http://www.daedalus.es/fileadmin/daedalus/doc/MineriaDeDatos/fayyad96.pdf>.

7. Liao T. W. Data mining applications in industrial engineering: a perspective / T. W. Liao, J.-H. Chen, E. Triantaphyllou // Proceedings of the 25th International Conferences on “Computers and Industrial Engineering” – New Orleans, Louisiana, March 29-31. – 1999. – P.265-268.

8. Zhaoyang Dong. Emerging Techniques in Power System Analysis / Zhaoyang Dong, Pei Zhang. – Beijing, Higher Education Press, 2010. – 202 p.

Получено 18.07.2011



Сидоренко Валерий Николаевич, канд. техн. наук, доцент каф. компьютерных и информационных систем Кременчугского нац. ун-та им. М. Остроградского. Кременчуг, ул.Первомайская, 20; тел. (0536)3-01-45; E-mail: vnsidorenko@gmail.com



Черный Алексей Петрович, д.т.н., директор ин-та эл.механики, энергосбережения и систем управления Кременчугского нац. ун-та им. М. Остроградского. Кременчуг, ул. Первомайская, 20. Тел. (05366)-24586, Факс. (05366)-36000 E-mail. apch@kdu.edu.ua