

**ОСНОВЫ АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ В  
ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ.**

*Оттажоновна Муборакхон Комилджановна,*

*Тоғжиев Бекмурод Махмудович*

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
Ташкент*

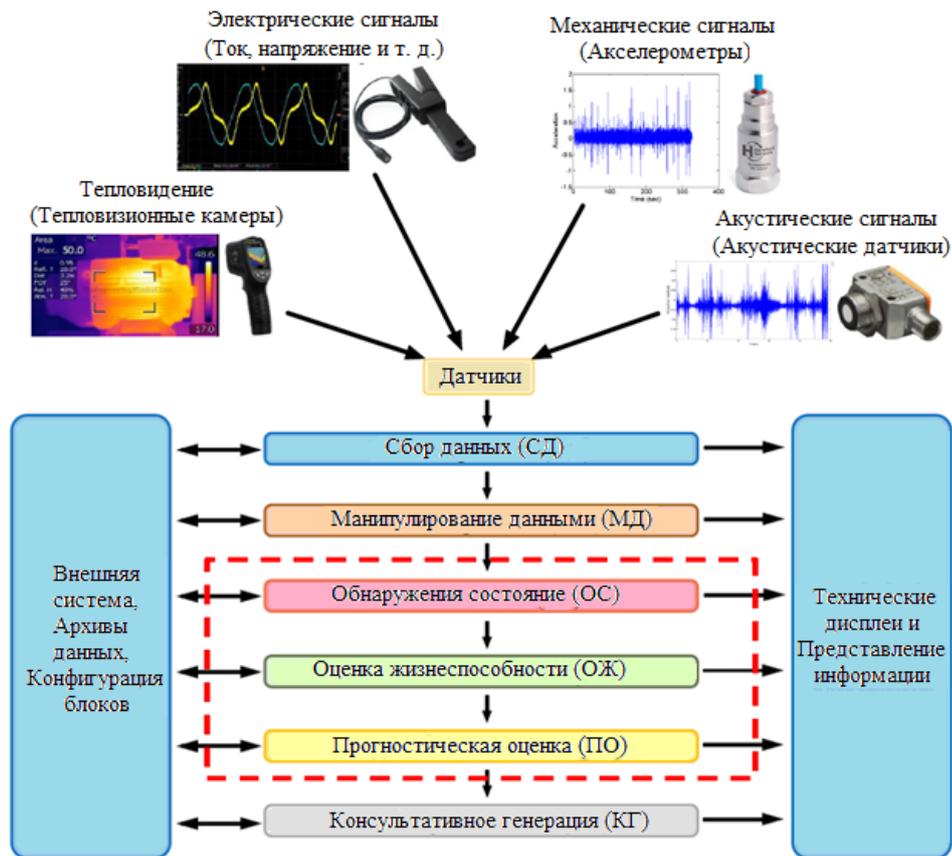
**Аннотация:** *Последнее время с целью производства промышленных систем с более высокой конкурентоспособностью на рынке, компании стали лучше осведомлены о таких ключевых аспектах, как надежность, доступность, ремонтпригодность и безопасность (НДРБ), которые все четверо составляют философию НДРБ. По этой причине в этой статье рассмотрены основные методологии реализации этих функций.*

**Ключевые слова:** *надежность, доступность, ремонтпригодность, безопасность, стандартная архитектура мониторинга состояния.*

В современной промышленности возникла тенденция к проектированию и производству оборудования высокой сложности, сложности и мощности, что обычно увеличивает стоимость его жизненного цикла (СЖЦ). В результате, с целью производства промышленных систем с более высокой конкурентоспособностью на рынке, компании стали лучше осведомлены о таких ключевых аспектах, как надежность, доступность, ремонтпригодность и безопасность (НДРБ), которые все четверо составляют философию НДРБ [1,2]. Эти ключевые аспекты, как правило, направлены на снижение аномальных режимов работы промышленных систем во избежание их негативных последствий [3]. Поэтому интересно активно контролировать промышленное оборудование, чтобы контролировать его работу и выполнять задачи по обнаружению и

идентификации аномалий или даже прогнозировать состояние работоспособности их компонентов.

Под надзором понимается совокупность действий, выполняемых с целью обеспечения корректной работы какой-либо системы [4]. В настоящее время существуют различные стандарты, такие как ISO 13374 [5] или CRISP-DM, которые описывают модульную архитектуру для контроля и мониторинга промышленного оборудования. Конкретно, на рисунке 1 показана блок-схема, представленная в стандарте ISO.



*Рисунок 1. Блок-схема стандартной архитектуры мониторинга состояния*

*ISO 13374 [5].*

Можно сказать, что каждая активная стратегия надзора будет содержать три общих блока, а именно: сбор данных (СД), манипулирование данными (МД) и генерация рекомендаций (ГР). Другими словами, какая-то информация должна быть получена откуда-то, например, с датчиков,

датчиков и т. д. Следовательно, эта информация обычно должна быть предварительно обработана, чтобы оптимизировать ценность знаний. Кроме того, конечно, в конце этого процесса определенная информация должна быть доставлена обслуживающему персоналу системы, проектировщикам, пользователям и т. д. Однако блоки ((ГО), (ОЗ) и (ПО)) внутри пунктирной красной прямоугольной области на рисунке 1 в значительной степени зависят от выбранной методологии надзора. Это означает, что модульная архитектура и, следовательно, стратегия активного контроля могут быть ограничены только задачами обнаружения (проверка наличия неисправности в системе с помощью сигналов тревоги). Его можно частично расширить до задач диагностики (узнать, что и где произошло в системе). Или даже полностью продлить его до уровня прогнозирования (определить, что произойдет в ближайшем будущем, так называемая оставшийся срок полезного использования (ОСПИ)).

Существует четыре основных методологии реализации этих последних функций:

- *Методика, основанная на сигналах:* основной целью метода SB является анализ симптомов(ов) неисправности в реальных сигналах, полученных от исследуемых систем, таких как ток, напряжение, вибрации и т. д. В номинальном состоянии полученные сигналы соответствуют определенным характеристикам частоты, амплитуды и пульсаций ( $\hat{y}$ ), тогда как в неисправных состояниях эти показатели отличаются от номинальных [6]. Именно поэтому с помощью экспертных знаний можно определить, присутствует ли в системе неисправность или нет (см. рисунок 2). Важно знать, что существующие методы основанный на сигнале (ОС) можно разделить на категории в зависимости от типологий их характеристик: методы во временной области, методы в частотной области и методы во временной/частотной области.

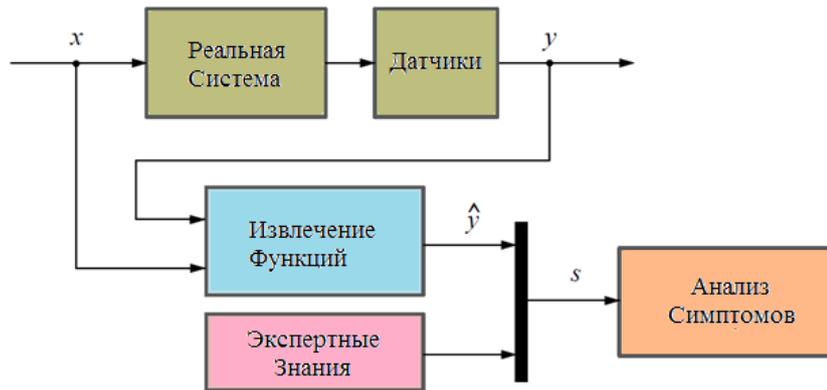
- *Методология, основанная на моделях:* Этот метод направлен на создание аналитической избыточности с помощью математической модели,

которая воспроизводит физическое поведение реальной системы. Стратегия на основе модели (ОМ) реализует аналитическую модель в режиме реального времени, параллельно с реальной системой и с теми же измеренными входными данными. После этого выходные данные математической модели ( $\hat{y}$ ) сравниваются с выходными данными реальной системы ( $y$ ), генерируя остаточные сигналы ( $r$ ), которые определяют, есть ли в системе неисправность, с помощью устройства оценки невязок [6], поскольку оно может можно увидеть на рисунке 3. Согласно [6], существует три различных подхода, основанных на моделях: подход оценки параметров, подход пространства четности и подход, основанный на наблюдателе.

- *Методология, основанная на данных.* В основе методов основанная на данных (ОД) лежит использование большого количества исторических наборов данных, полученных из исследуемой системы с помощью машинного обучения или передовых статистических моделей. Эти алгоритмы обучаются на основе данных, чтобы обнаружить скрытые закономерности ( $p$ ), представленные в избыточности информации среди системных переменных (см. рисунок 4). Можно сказать, что этот подход является недавней альтернативой активному надзору в тех системах, которые слишком сложны, чтобы иметь явную аналитическую модель или сигнализировать о симптомах ошибочного поведения. Стоит отметить, что избыточность информации, добавленная к методам искусственного интеллекта, позволяет построить полную платформу (ПП), от уровней сбора данных (СД) до уровней прогностической оценки (ПО).

- *Гибридная методология:* Поскольку вышеупомянутые методы активного надзора имеют свои плюсы и минусы, возникла новая тенденция, которая пытается интегрировать вместе эти взаимодополняющие методы для достижения более высоких результатов. Общеизвестно, что гибридные схемы обеспечат лучшие решения для сложной системы. Другими словами, гибридные методы контроль состояния (КС) направлены на улучшение

результатов надзора за счет использования преимуществ и избежания ограничений их составных подходов.



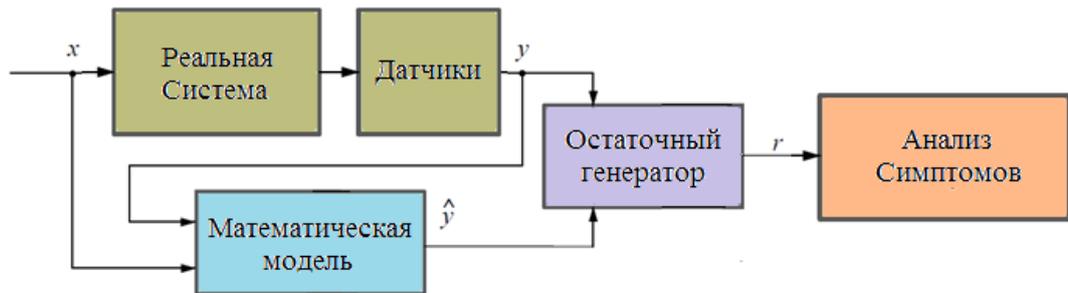
**Рисунок 2.** Схема методологии обнаружения и диагностики неисправностей на основе сигналов.

В таблице 1 собраны наиболее важные преимущества и недостатки различных вышеупомянутых методологий.

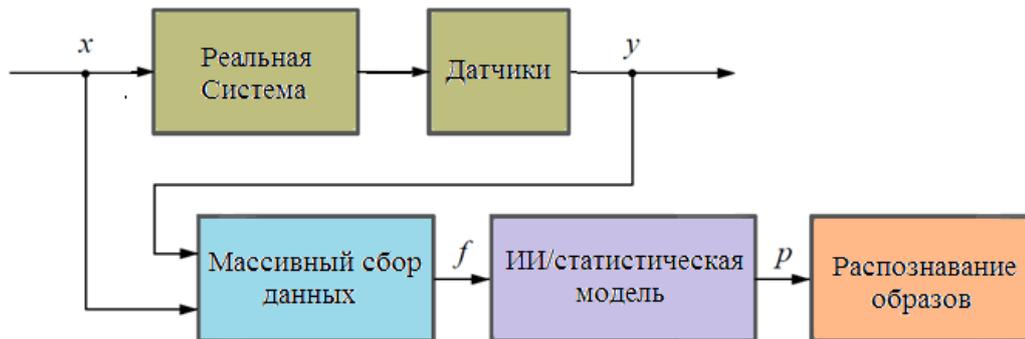
**Таблица 1.** Преимущества и недостатки методологий активного надзора.

	<b>Преимущества</b>	<b>Недостатки</b>
<i>Основанный на сигнале</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Простой</li> <li>• Быстрый</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Требуются экспертные знания</li> <li>• Симптомы одинаковы при разных неисправностях.</li> <li>• Ограничено задачами обнаружения/диагностики в ISO.</li> <li>• Не уделяется внимания динамическому поведению системы.</li> </ul>
<i>На основе модели</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Точность в простых системах</li> <li>• Легкодоступная аналитическая избыточность</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Требуются экспертные знания</li> <li>• Многие неопределенности, которые трудно определить аналитически</li> <li>• Ограничено диагностическими задачами в ISO</li> </ul>

<p><i>Управляемый данными</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Точные, если данные доступны.</li> <li>• Распространение ISO на прогностическую оценку</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Требуется большой объем данных.</li> <li>• Потребность в платформе хранения данных</li> <li>• Высокая вычислительная мощность</li> </ul>
-----------------------------------	--	---



**Рисунок 3.** *Схема методологии обнаружения и диагностики неисправностей на основе модели.*



**Рисунок 4.** *Схема методологии обнаружения и диагностики неисправностей на основе данных.*

Подводя итог, с одной стороны, ограничения методологий основанный на сигнале (ОС) и на основе модели (ОМ) заключаются в чрезмерных требованиях к экспертным знаниям и их ограничениях для реализации всех функций архитектуры ISO. С другой стороны, основным недостатком метода, управляемого данными, является доступность самих данных. Однако улучшение обработки данных и коммуникаций, а также

тенденция сбора данных в каждой компании делают стратегии, основанные на данных, горячей темой в современных исследованиях.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Н.М.Арипов, М.К.Отажонова, Б.М.Тожиев, Разработка алгоритма для оценки поврежденности электродвигателя прядильной машины, материалы конференции “Paxta tozalash, to’qimachilik va yengil sanoat sohalarining texnologiyasini takomillashitirish”, Термез 2023 г.
2. David Gonzalez-Jimenez , Jon del-Olmo , Javier Poza \* , Fernando Garramiola and Patxi Madina. Data drive fault diagnosis for electric drives: a review/  
<https://www.researchgate.net/publication/352311765>
3. Saraswat, S.; Yadava, G.S. An overview on reliability, availability, maintainability and supportability (RAMS) engineering. Int. J. Qual. Reliab. Manag. 2008, 25, 330–344. [CrossRef]
4. Colomer, J.; Meléndez, J.; Ayza, J. Sistemas de Supervisión: Introducción a la Monitorización y Supervisión Experta de Procesos; Cetisa Boixareu: Barcelona, Spain, 2000.
5. ISO. Condition Monitoring and Diagnostics of Machines—Data Processing, Communication and Presentation—Part 1: General Guidelines; ISO 13374-1:2003; ISO Publishing: Geneve, Switzerland, 2003.
6. Дай, Х.; Гао З. От модели к сигналу к знаниям: подход к обнаружению и диагностике неисправностей, основанный на данных. IEEE Транс. Инди. Информ. 2013, 9, 2226–2238. [Перекрестная ссылка]