

ПТК «INVA Monitor» фирмы ДИМРУС – верхний уровень для систем мониторинга высоковольтного оборудования

Программно-технический комплекс (ПТК) верхнего уровня в системах мониторинга электротехнического оборудования в первую очередь предназначен для решения ряда специфических задач, связанных со сбором, хранением и анализом первичных данных от датчиков, измерительных приборов и других источников информации.

Именно на уровне программного обеспечения ПТК по итогам экспертного анализа производится оперативная оценка технического состояния, формируются рекомендации по оптимальному управлению эксплуатацией контролируемого системой мониторинга оборудования.

ПТК марки INVA Monitor разработки фирмы ДИМРУС является универсальным решением, предназначенным для использования в составе систем, поставляемым Заказчиком для решения задач диагностического мониторинга различного высоковольтного электротехнического оборудования.

В частности, ПТК INVA Monitor является базовым для следующих систем мониторинга:

- Система марки TDM для мониторинга силовых и измерительных трансформаторов.
- Система марки КМК для мониторинга высоковольтных кабельных линий.
- Система марки GIS-DM для мониторинга высоковольтного оборудования с элегазовой изоляцией.
- Система марки MDR для мониторинга высоковольтных электродвигателей и генераторов.

Такой обобщенный подход фирмы ДИМРУС к использованию единого программного обеспечения и технических средств ПТК позволяет легко интегрировать все системы мониторинга любого высоковольтного оборудования, входящего в единую технологическую цепь передачи и преобразования электрической энергии, в единую систему мониторинга.

В этом случае рекомендации по управлению эксплуатацией и обслуживанием каждой единицы контролируемого оборудования формируются обобщенной системой мониторинга с учетом места и технологической значимости в единой технологической цепи предприятия.

Структура и основные функции базы данных системы INVA Monitor

Основой ПТК INVA Monitor является универсальная база данных, в которой хранится вся необходимая информация о контролируемом оборудовании. Эта база работает на сервере (центральном компьютере) системы мониторинга и включает в себя несколько взаимосвязанных информационных подсистем:

- Конструкторская, эксплуатационная и технологическая информация о контролируемом оборудовании в объеме, необходимом для работы всех реализованных в ПТК экспертных и прогностических алгоритмов и диагностических программ.
- Информация о текущих параметрах работы оборудования, контролируемых при помощи первичных



датчиков и приборов, входящих в систему мониторинга, а также получаемых от других подсистем контроля и управления этим оборудованием.

- Архивная информация, полученная на предыдущих этапах контроля. Благодаря использованию оригинальных алгоритмов оптимизации объема информации, с течением времени в базе данных сохраняются только необходимые интегрированные сведения за отдельные периоды эксплуатации оборудования.
- В отдельной базе ПТК INVA Monitor хранятся результаты работы встроенных специализированных экспертных и прогностических алгоритмов и программ. На основании анализа этих архивных данных имеется возможность оценивать значимые изменения в техническом состоянии контролируемого оборудования, выявлять специфические дефектные состояния, характеризующиеся признаками типа «скачок» и «тренд».

Перечисленные свойства базы данных ПТК INVA Monitor являются общими для всех систем мониторинга производства фирмы ДИМРУС, контролирующих высоковольтное оборудование.

В зависимости от типа высоковольтного оборудования состав и количество исходных параметров, контролируемых каждой системой мониторинга, значительно меняется. Для учета конструктивных и технологических параметров оборудования в программном обеспечении ПТК INVA Monitor имеется возможность гибко настраивать структуру базы данных, что позволяет адаптировать программное обеспечение к работе с любым набором и типами первичных параметров.

Для проведения такой адаптивной настройки параметров базы данных в состав поставки ПТК входит специализированное программное обеспечение.

Визуализация информации о техническом состоянии оборудования в графическом и табличном видах, а также в форме готовых отчетов

Вся информация о техническом состоянии контролируемого оборудования доступна для просмотра пользователями как на основном компьютере системы мониторинга (сервере ПТК), так и на других компьютерах с использованием возможностей технологической локальной вычислительной сети.

Доступные формы просмотра технической информации о состоянии оборудования включают в себя:

- Отображение на экране локальных технологических схем и конструктивных особенностей оборудования, учитывающих его назначение и место в единой производственной цепи предприятия.
- Просмотр на технологической схеме объекта текущих параметров эксплуатации оборудования, отображаемых в виде цифровых значений, гистограмм, светофоров технического состояния и т.д.
- Показ на экране временных выборок технологических параметров оборудования в виде различных графиков и таблиц с целью своевременного выявления временных трендов и скачков параметров.
- Визуализация на экране результатов работы экспертных и прогнозных алгоритмов программы в виде коэффициентов технического состояния подсистем и всего оборудования в целом, приведение перечня выявленных дефектных состояний с оценкой достоверности проведенного анализа.
- Показ на экране стандартных отчетов о техническом состоянии оборудования, которые можно в дальнейшем распечатать. Программное обеспечение ПТК позволяет при необходимости опытным экспертам корректировать эти автоматически полученные диагностические заключения.

Используемые в ПТК INVА Monitor средства визуализации информации позволяют решать основной комплекс технологических и эксплуатационных вопросов, возникающих у обслуживающего персонала.

Экспертная и прогнозная математические модели оборудования, реализованные в ПТК INVА Monitor

К наиболее важным вопросам, ответы на которые служба эксплуатации высоковольтного оборудования предприятия ожидает получить по результатам работы систем мониторинга, относятся два:

- Каким является текущее техническое состояние контролируемого оборудования и к какой нормированной категории качества можно его отнести (бездефектное, или находящееся в тревожном состоянии из-за наличия признаков дефектного состояния, или находящееся в предаварийном состоянии). Эти категории текущего технического состояния оборудования в программном обеспечении ПТК соотносятся с соответствующими цветами стандартного светофора: зеленый цвет, желтый или красный.
- Как долго контролируемое оборудование может проработать (с момента последней оценки его технического состояния). Расчет этого параметра является наиболее сложной алгоритмической задачей,

так как скорость ухудшения технического состояния оборудования является неоднозначной функцией многих конструктивных и эксплуатационных свойств оборудования. В зависимости от текущих особенностей его работы, наличия уже выявленных дефектных состояний, реальное время возможной безаварийной работы оборудования может значительно изменяться.

Возможности проведения экспертной оценки технического состояния оборудования и прогнозирования возможности его безаварийной эксплуатации в ПТК полностью определяются набором диагностических функций и математических моделей, встроенных в программное обеспечение.

Если большинство функций базы данных ПТК для различных типов высоковольтного оборудования являются универсальными, то диагностические функции экспертных систем для различных типов оборудования значительно различаются как по набору математических моделей, так и по их возможностям.

Например, экспертная система марки TDM для мониторинга силовых трансформаторов включает в себя более 20 различных математических моделей, в то время как для систем мониторинга высоковольтных кабельных линий и элегазового оборудования количество реализованных в экспертном ядре программы математических моделей обычно не превышает 10.

Даже внешне одинаково называемые математические модели, например, «контроль технического состояния высоковольтной изоляции по частичным разрядам», для силовых трансформаторов и кабельных линий радикально различаются. Это связано с конструктивными и технологическими особенностями эксплуатации изоляции, в результате чего возникающие дефекты характеризуются разными диагностическими признаками.

Для каждого типа высоковольтного оборудования в ПТК INVА Monitor используется уникальная экспертная система, параметры которой настраиваются в зависимости от марки каждой единицы контролируемого оборудования.

Дополнительно необходимо отметить, что поскольку на практике объем технических средств в системах мониторинга в зависимости от требований Заказчика изменяется, т.е. изменяется количество исходной информации для проведения диагностики, экспертные алгоритмы приходится корректировать.

В самом общем случае диагностические возможности системы мониторинга определяются двумя основными параметрами: объемом первичной информации от датчиков системы мониторинга и количеством реализованных в экспертном ядре программного обеспечения ПТК математических моделей.

Справедливо заключение, что информативность и эксплуатационная эффективность работы системы мониторинга условно пропорциональна произведению количества контролируемых технологических параметров (датчиков технологических параметров) оборудования на количество реализованных в программном обеспечении ПТК мониторинга и диагностики экспертных математических моделей.

Программное обеспечение ПТК INVА Monitor характеризуется максимальным использованием

эффективных экспертных математических моделей и алгоритмов. В результате при создании систем мониторинга за счет экспертных возможностей INVA Monitor удастся минимизировать объем необходимых технических средств (количество первичных датчиков). Это, в конечном итоге, в ряде случаев позволяет снизить стоимость поставки и монтажа системы мониторинга.

Интерфейсы и протоколы связи, используемые в ПТК INVA Monitor

Для связи с техническими средствами системы мониторинга в ПТК INVA Monitor предусмотрено использование стандартных интерфейсов типа RS-485, Ethernet или любых других, которые применяются для таких систем. Количество и назначение портов связи в ПТК INVA Monitor может быть различным, это зависит от типа и состава первичных датчиков и измерительных приборов, входящих в состав технических средств конкретной системы мониторинга.

При проектировании сложных систем мониторинга, или при проведении модернизации технических средств уже работающих систем, количество портов связи в ПТК INVA Monitor может быть изменено за счет использования стандартных устройств расширения типа Hub.

В качестве основного интерфейса «внешней» связи с системой АСУ-ТП верхнего уровня в ПТК INVA Monitor обычно используется интерфейс Ethernet с медным или оптическим каналом передачи информации.

В качестве протокола связи с системой АСУ-ТП используется стандартный IEC 61850, работоспособность которого подтверждена протоколами соответствия № АоС-1-18-ПТК «INVA Monitor (W)» -20241225 и № АоС-1-18-ПТК «INVA Monitor (L)» -20241225» для ОС Windows и Linux, выданных НТЦ РОССЕТИ.

Также для ПТК INVA Monitor имеются подтверждения соответствия корпоративному профилю ПАО «ФСК УЭС» № АоС-2-18-ПТК «INVA Monitor (W)» -20241225 и № АоС-2-18-ПТК «INVA Monitor (L)» -20241225» для ОС Windows и Linux, также выданные НТЦ РОССЕТИ.

Торговая марка «INVA Monitor» для ПТК INVA Monitor официально зарегистрирована в государственном реестре программ для ЭВМ № 2022660541 от 06 июня 2022 года.

Техническая реализация и состав поставки ПТК INVA Monitor

Стандартная поставка ПТК INVA Monitor осуществляется в закрытом монтажном технологическом шкафу со стеклянной передней дверью.

В состав поставки ПТК INVA Monitor в шкаф обычно входят следующие технические и программные средства:

- Промышленный компьютер или сервер, параметры которого соответствуют требованиям Заказчика. В качестве операционной системы в ПТК, по выбору Заказчика, могут быть использованы ОС Linux или Windows.
- Набор программных средств базы данных и экспертное диагностическое ядро программного обеспечения для соответствующего типа высоковольтного электротехнического оборудования.



- Монитор и клавиатура, используемые для выбора способа отображения информации и настройки параметров системы мониторинга.
- Промышленный источник бесперебойного питания, обеспечивающий сохранность информации при возникновении проблем в питающей сети. При необходимости технические средства ПТК и системы мониторинга ПТК могут иметь резервирование и получать питание от двух независимых линий.
- В состав поставки обычно также входит преобразователь интерфейса для связи с системой АСУ-ТП верхнего уровня промышленного исполнения.

В соответствии с требованиями Заказчика состав оборудования может быть изменен.