



# Система диагностического мониторинга силовых трансформаторов с рабочим напряжением 110 кВ

## Краткое техническое описание

### Коммерческое предложение

Стационарная система марки TDM-M предназначена для организации диагностического мониторинга силовых трансформаторов 110 кВ. Именно эти трансформаторы являются наиболее массовыми в сетевых предприятиях, но в силу ряда причин они обычно не имеют средств оперативного контроля и диагностики дефектов под рабочим напряжением.

Система TDM-M сочетает в себе средства эффективного мониторинга и комплексный подход к диагностике состояния силовых трансформаторов. Она является простым, функционально законченным и экономически эффективным программно – техническим комплексом.

**1. Комплект поставки автоматизированной системы мониторинга и диагностики (АСМД) на основе TDM-M для контроля технического состояния силовых трансформаторов с рабочим напряжением 110 кВ.**

**1.1. Стандартные варианты поставки АСМД на основе системы мониторинга марки TDM-M приведены в таблице 1.**

Таблица 1.

№	Позиция в поставке	Вариант комплектации АСМД			
		TDM-M/1	TDM-M/2	TDM-M/3	
1	Система TDM-M для мониторинга основных диагностических параметров трансформатора.	+	+	+	
2	Газоанализатор TDGM-04 для контроля и концентрации растворенных газов и влагосодержания в масле.		+	+	
3	Прибор LTC-Monitor для оперативного контроля технического состояния РПН трансформатора.			+	
4	Дополнительный комплект датчиков для расширения возможности работы системы TDM-M.			+	*
5	Программное обеспечение iNVA для мониторинга и диагностики состояния силового трансформатора 110 кВ.	+	+	+	
6	Технические средства для организации информационного канала передачи данных в систему АСУ-ТП.				**

\* – Поставка расширенного комплекта датчиков для системы TDM-M, который позволяет повысить информативность работы экспертной части системы мониторинга.

\*\* – Включение в поставку технических средств передачи данных в систему АСУ-ТП. Состав оборудования определяется после определения требований к каналу связи.

## **1.2. Технологическое назначение и монтаж элементов АСМД на основе системы мониторинга марки TDM-M.**

- Базовым элементом для работы системы мониторинга силовых трансформаторов 110 кВ является прибор марки TDM-M. Обычно он располагается в монтажном шкафу рядом с контролируемым трансформатором, что делается для сокращения длины соединительных кабелей. В приборе сосредоточены все основные функции контроля технологических и диагностических параметров работы трансформатора. Прибор собирает информацию от первичных датчиков, обрабатывает и сохраняет их в памяти. В экспертной части прибора реализована параметрическая диагностика, сравнивающая текущие значения параметров с заданными пороговыми значениями. При помощи интерфейса связи первичная и уже обработанная информация передается в систему АСУ-ТП.

- Газоанализатор марки TDGM-04 предназначен для контроля растворенных газов в масле бака трансформатора. Прибор располагается в отдельном отсеке общего монтажного шкафа системы мониторинга рядом с трансформатором. Информация об измеренных концентрациях газов сохраняется во внутренней памяти и передается в прибор TDM-M, где дополнительно обрабатывается и уже комплексно анализируется.

- Прибор LTC-Monitor предназначен для контроля параметров РПН трансформатора. Он монтируется в шкафу системы управления РПН. Все зарегистрированные параметры обрабатываются и сохраняются в памяти прибора. Итоговая информация о текущем состоянии РПН передается в прибор TDM-M, где включается в общее диагностическое заключение о состоянии трансформатора.

- Программное обеспечение iNVA предназначено для мониторинга и диагностики технического состояния трансформатора. В экспертной части iNVA сосредоточены все математические модели, на основании которых производится комплексная оценка технического состояния трансформатора. Программное обеспечение iNVA устанавливается в компьютере, осуществляющем функции АРМ мониторинга трансформатора. Такой компьютер находится в помещении подстанции, в идеальном случае он должен быть выделенным, специализированным. Также возможна совмещенная установка ПО iNVA на уже существующих компьютерах и серверах.

- Для передачи информации от прибора TDM-M, установленного рядом с трансформатором, в АРМ мониторинга, находящемся в помещении подстанции, необходимо наличие информационного канала связи. Возможные варианты организации информационного канала для АСМД: проводной интерфейс RS-485, оптоволоконный канал связи, радио канал связи с шифрованием информации. Передача информации от АСМД о техническом состоянии силового трансформатора на более высокие уровни АСУ-ТП осуществляется по уже существующим каналам связи энергетического предприятия.

## **2. Функциональные возможности систем и приборов, входящих в состав поставки АСМД марки TDM-M.**

### **2.1. Система TDM-M для мониторинга основных параметров трансформатора.**

Стационарная система марки TDM-M предназначена для организации диагностического мониторинга силовых трансформаторов 110 кВ. Она сочетает в себе средства эффективного мониторинга и комплексный подход к диагностике состояния силовых трансформаторов. Система TDM-M является функционально законченным и эффективным программно – техническим комплексом.



#### **2.1.1. Функциональные возможности системы TDM-M:**

- В приборе TDM-M контролируется состояние высоковольтных вводов трансформатора с изоляцией бумага – масло или с RIP изоляцией. Это делается на основании изменения величины емкости ввода  $C_1$  и тангенса угла потерь. В зависимости от схемы включения в системе производится расчет абсолютного или относительного тангенса угла потерь изоляции.

- Расчетным путем определяется температура наиболее нагретой точки обмотки, что позволяет оценивать ресурс изоляции обмоток.

- Осуществляется контроль состояния основной изоляции силового трансформатора и изоляции высоковольтных вводов на основании измерения и анализа частичных разрядов. Проводится определение типа возникшего дефекта и оценка степени его опасности.

- Определяется эффективность работы системы охлаждения на основании упрощенной тепловой модели трансформатора.

- Проводится оценка технического состояния конструкции трансформатора на основании анализа сигналов с датчика вибрации, установленного на баке. Уровень и спектральный состав вибрационных сигналов позволяет оценивать общее состояние элементов конструкции и качество пресовки активных элементов трансформатора.

### 2.1.2. Оценка технического состояния трансформатора.

Для оценки технического состояния и диагностики дефектов в программном обеспечении прибора TDM-M используются элементы параметрической диагностики по критическим параметрам. Такая оценка осуществляется в три этапа:

- Производится проверка текущих значений критических параметров трансформатора на превышение допустимых значений – это пороговая диагностика.
- Анализируются скачкообразные изменения параметров трансформатора, происходящие непосредственно в момент возникновения дефектных состояний или предпосылок к ним.
- Рассчитывается скорость изменения параметров за интервал времени – производится расчет тренда. Появление таких устойчивых изменений говорит о наличии в трансформаторе медленно развивающихся дефектных состояний.

## 2.2. Газоанализатор марки TDGM-04 для контроля концентрации растворенных газов в масле бака трансформатора.

Стационарный прибор (газоанализатор) марки TDGM-04 (Transformer's Dissolved Gases Monitor) предназначен для оперативного контроля и мониторинга параметров растворенных газов в масле бака силового трансформатора. Использование газоанализатора позволяет повысить достоверность работы систем диагностического мониторинга силовых трансформаторов.

При помощи TDGM-04 проводится измерение:

- Концентрации в масле водорода.
- Концентрации окиси углерода.
- Концентрации суммы горючих газов.
- Влагосодержания в масле.

На основании анализа этих газов выявляется наличие термических и разрядных процессов в баке трансформатора.

Встроенная в прибор функция оперативного контроля влагосодержания в масле позволяет постоянно контролировать электрическую прочность масла и расчетным путем определять влагосодержание в твердой изоляции обмоток трансформатора. Знание этих

параметров дает возможность более эффективно обеспечивать безопасную работу трансформатора.

Подключение газоанализатора TDGM-04 к системе TDM-M осуществляется с использованием гальванически изолированного интерфейса RS-485.

## 2.3. Прибор марки LTC-Monitor для контроля технического состояния устройства РПН трансформатора.

Для контроля технического состояния РПН трансформатора, обычно интенсивно используемого на трансформаторах с рабочим напряжением 110 кВ, используется отдельный интеллектуальный прибор марки LTC-Monitor.



Диагностический прибор реализован в виде отдельного устройства и подключается к TDM-M при помощи дополнительного интерфейса RS-485.

Методы диагностики РПН, реализованные в приборе LTC-Monitor:

- Контроль полного количества коммутаций РПН и коммутаций по отдельным положениям.
- Контроль мощности приводного двигателя механизма РПН для выявления механических проблем в приводе РПН.
- Расчет временных интервалов «положения моста» по токам фаз

при коммутации РПН в режиме холостого хода трансформатора.

- Оценка состояния контактов в РПН сравнением температур баков трансформатора и РПН.
- Контроль акустических и вибрационных процессов в баке РПН во время коммутации.

При помощи набора регистрируемых диагностических параметров производится оценка технического состояния РПН трансформатора.

## 2.4. Программное обеспечение iNVA для мониторинга и оценки технического состояния трансформатора.

Совместно с техническими средствами систем мониторинга трансформаторов фирмой ДИМРУС поставляется программное обеспечение «iNVA».

В состав ПО iNVA входит набор алгоритмов и программ, решающих вопросы, связанные со сбором первичной информации, ее хранением, экспертной обработкой и формированием итоговых диагностических заключений о состоянии контролируемого трансформатора.

Для формирования комплексных диагностических заключений в экспертной программе применяются диагностические модели, использующие значения параметров от нескольких первичных датчиков.

В программном обеспечении модулей системы TDM-M и в ПО iNVA реализованы многоуровневая параметрическая диагностика и автоматизированная экспертная оценка состояния трансформатора на основе математических моделей и алгоритмов.

Диагностика на основе встроенных математических моделей предназначена для выявления дефектных и предаварийных состояний контролируемого трансформатора при помощи экспертных алгоритмов. Эта диагностика выполняется с использованием адаптированных к системе TDM-M экспертных алгоритмов, реализованных в программном обеспечении системы мониторинга.

Стандартная поставка программных средств системы TDM включает в себя до 4 уровней обработки информации и принятия решения о техническом состоянии контролируемого трансформатора:  
- уровень прибора системы мониторинга, уровень АРМ мониторинга трансформатора, уровень подстанции и уровень энергетического предприятия.

### **3. Интегрирование информации АСМД марки TDM-M в систему АСУ-ТП энергетического предприятия.**

Основными задачами, решаемыми при интеграции системы TDM в АСУ ТП, являются:

- Получение в АСУ ТП на уровнях подстанции и энергетического предприятия оперативной информации о состоянии трансформатора в объеме, необходимом для оценки оперативным персоналом текущей ситуации и принятия решений.

- Возможность получения первичной информации о состоянии трансформатора от других подсистем АСУ ТП без использования дополнительных датчиков.

- Автоматическая синхронизация «внутреннего времени» ПО системы TDM со временем системы АСУ ТП и «глобальным временем».

- Локальный и удаленный доступ к «разрешенным» данным и результатам работы системы TDM с использованием ресурсов АСУ ТП, в том числе WEB — доступ.

- Удаленный контроль правильности функционирования и исправности технических и программных средств системы TDM.

### **4. Стоимость поставки вариантов системы АСМД на основе TDM-M.**

#### **4.1. Стоимость стандартных вариантов поставки АСМД на основе TDM-M.**

Стоимость поставки технических средств системы мониторинга силовых трансформаторов с рабочим напряжением 110 кВ приведена в таблице 2.

Таблица 2.

№	Позиция в поставке	Состав поставки АСМД			Цена с НДС, рублей
		TDM-M	TDGM-04	LTC-Monitor	
1	Система TDM-M/1 (мониторинг основных параметров трансформатора).	+			330.000
2	Система TDM-M/2 (TDM-M/1 + мониторинг растворенных газов).	+	+		780.000
3	Система TDM-M/3 (TDM-M/2 + мониторинг параметров РПН).	+	+	+	940.000
4	Программное обеспечение iNVA для мониторинга и диагностики трансформатора.				50.000
5	Набор дополнительных датчиков для системы TDM-M.				80.000

Настоящее коммерческое предложение действительно до 31.03.2019 г.

Гарантийный срок на поставляемое оборудование составляет 12 месяцев с момента поставки.

В стоимость поставки входит тара и упаковка.

#### **4.2. Дополнительные затраты на монтаж и организацию канала связи.**

После обследования трансформатора, на котором предполагается устанавливать систему мониторинга, определяется состав и стоимость:

- Оборудования для организации канала связи.

- Монтажного комплекта для подключения газоанализатора к трансформатору.