



Русов В. А.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ  
МОНИТОРИНГ  
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ  
СИЛОВЫХ  
ТРАНСФОРМАТОРОВ



Монография является техническим обзором существующих на рынке технических и программных средств, предназначенных для решения важной эксплуатационной задачи – создания систем диагностического мониторинга высоковольтных силовых трансформаторов. Основное внимание в работе уделено описанию методов диагностики трансформаторов, используемых на практике в режиме мониторинга.

Основой для написания является техническая информация, взятая из открытых источников, доступная всем пользователям. Некоторые сравнительные оценки технических и программных средств систем мониторинга, приведенные в книге, базируются на результатах практической деятельности сотрудников фирмы DIMRUS. Эти оценки не претендуют на уникальность, они отражают мнение группы экспертов, работающих в фирме.

Автор выражает благодарность А.Е. Монастырскому за большую помощь в написании главы, посвященной мониторингу параметров масла. Неоценимый вклад в написание всей монографии внес А.Г. Овсянников, только благодаря его доброжелательному рецензированию и непосредственному участию изложение приобрело законченную форму. Замечания, сделанные В.Н. Осотовым, помогли автору устранить некоторые противоречия в изложении материала.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1. ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>5</b>
1.1. Целевая функция систем диагностического мониторинга трансформаторов.....	5
1.2. Функциональные возможности систем диагностического мониторинга .....	8
<b>2. КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ МАСЛА РАБОТАЮЩЕГО ТРАНСФОРМАТОРА .....</b>	<b>12</b>
2.1. Контроль влагосодержания .....	13
2.1.1. Анализ влияния влаги на электрическую прочность масла.....	13
2.1.2. Измерение и мониторинг влагосодержания в масле силовых трансформаторов .....	19
2.2. Контроль параметров масла.....	22
2.2.1. Контроль электрической проводимости .....	22
2.2.2. Контроль пробивного напряжения .....	23
2.2.3. Контроль оптических параметров .....	25
2.2.4. Комплексный контроль параметров масла на переменной частоте .....	26
2.3. Контроль концентраций растворенных газов в масле .....	29
2.3.1. Использование информации о концентрациях растворенных газов в масле для диагностики дефектов трансформатора .....	29
2.3.2. Оборудование для определения концентрации газов в режиме on-site.....	34
<b>3. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВВОДОВ.....</b>	<b>43</b>
3.1. Методы измерения параметров вводов в режиме мониторинга .....	44
3.1.1. Высоковольтные вводы, параметры технического состояния .....	44
3.1.2. Схемы измерения параметров вводов в режиме мониторинга .....	50
3.1.3. Особенности организации мониторинга и защиты вводов с твердой изоляцией.....	55
3.2. Алгоритмы работы систем защиты и мониторинга вводов .....	59

3.3. Технические средства систем мониторинга вводов.....	64
3.3.1. Первичные датчики для измерения параметров вводов .....	64
3.3.2. Приборы защиты и мониторинга вводов под рабочим напряжением .....	68
<b>4. РЕГИСТРАЦИЯ И АНАЛИЗ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ИЗОЛЯЦИИ .....</b>	<b>75</b>
4.1. Общие вопросы измерения и анализа частичных разрядов .....	78
4.1.1. Параметры и нормирование частичных разрядов .....	78
4.1.2. Способы отстройки от помех при измерении частичных разрядов .....	82
4.4. Технические средства мониторинга частичных разрядов .....	85
4.4.1. Датчики частичных разрядов.....	86
4.4.2. Приборы и системы мониторинга частичных разрядов .....	94
<b>5. МОНИТОРИНГ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА .....</b>	<b>102</b>
5.1. Мониторинг тепловых режимов работы трансформатора .....	104
5.2. Диагностика состояния маслонасосов и вентиляторов системы охлаждения.....	107
<b>6. ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТРАНСФОРМАТОРЕ .....</b>	<b>109</b>
6.1. Контроль и анализ вибрационных процессов .....	110
6.1.1. Диагностика на основе мониторинга вибрационных процессов.....	112
6.1.2. Оборудование для мониторинга вибрации трансформаторов.....	115
6.2. Контроль электрических переходных процессов.....	117
6.3. Мониторинг резонансных процессов в трансформаторе .....	124
<b>7. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ РПН ТРАНСФОРМАТОРА .....</b>	<b>129</b>
7.1. Методы диагностики РПН работающего трансформатора .....	130
7.2. Системы диагностического мониторинга РПН.....	136
<b>8. КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ .....</b>	<b>140</b>
8.1. Системы мониторинга зарубежного производства.....	141
8.2. Системы мониторинга отечественного производства .....	151