

УДК 621.311(075)
ББК 31.27-082.03я73
Х91

Хренников, А. Ю.

Х91 Анализ аварийных событий в электрических сетях. Программы просмотра аварийных событий : учебно-методическое пособие / А. Ю. Хренников, Н. Г. Ключкин, Н. М. Александров. — Москва : Директ-Медиа, 2023. — 152 с. ; ил.

ISBN 978-5-4499-3631-8

Изложены вопросы анализа аварийных событий в электрических сетях, программы просмотра регистраторов аварийных событий ООО «НПП БРЕСЛЕР», ООО «НПП ЭКРА», рассмотрены технологические нарушения, связанные с отказами и неправильной работой устройств РЗА, с отказами и повреждениями электрооборудования электрических сетей, анализом их аварийных осциллограмм. Даны основные понятия о процессах в электрических цепях переменного синусоидального тока, рассмотрено применение векторных диаграмм для анализа процессов в электрических сетях, аварийные режимы электрических сетей, расчеты токов короткого замыкания для РЗА — программный комплекс EnergyCS ТКЗ, программа АВРАЛ, комплекс ДАКАР, Комплексы ТКЗ-3000, ELPLEK, «ТоКо: Расчет токов КЗ», действующие нормативно-технические документы, регламентирующие создание и эксплуатацию регистраторов аварийных событий (РАС).

Учебное пособие предназначено для руководителей и специалистов технических служб предприятий электрических и распределительных сетей и электрических станций, подразделений технической инспекции (ТИ) и служб охраны труда и надежности ПАО «Россети» и филиалов МЭС ПАО «ФСК ЕЭС», Концерна РосЭнергоАтом, ПАО «РусГидро», ОАО «РЖД», электроэнергетических служб ПАО «НК «Роснефть» и предприятий нефтегазового комплекса, слушателей курсов повышения квалификации, а также для аспирантов, студентов электроэнергетических специальностей, для подготовки магистров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

УДК 621.311(075)
ББК 31.27-082.03я73

ISBN 978-5-4499-3631-8

© Хренников А. Ю., Ключкин Н. Г., Александров Н. М., текст, 2023
© Издательство «Директ-Медиа», оформление, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Основные понятия о процессах в электрических цепях переменного синусоидального тока.....	7
1.1. Трёхфазный переменный синусоидальный ток.....	7
1.2. Основные виды соединений трёхфазных цепей.....	10
1.3. Соединение звездой.....	10
1.4. Законы Кирхгофа.....	11
1.5. Соединение треугольником	12
Выводы к главе 1.....	13
Контрольные вопросы.....	13
Список тем для рефератов и докладов	14
Глава 2. Векторные диаграммы. Построение и применение для анализа процессов в электрических сетях.....	15
2.1. Вектор тока на комплексной плоскости	15
2.2. Векторная диаграмма направления мощности.....	17
2.3. Электрическая цепь переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и ёмкостью	17
Выводы к главе 2.....	20
Контрольные вопросы.....	20
Список тем для рефератов и докладов	20
Глава 3. Основы метода симметричных составляющих	21
3.1. Прямая, обратная и нулевая последовательность	21
3.2. Метод симметричных составляющих.....	21
Выводы к главе 3.....	23
Контрольные вопросы.....	23
Список тем для рефератов и докладов	23
Глава 4. Аварийные режимы электрических сетей	24
4.1. Короткое замыкание	24
4.2. Перегрузка.....	27
4.3. Асинхронный ход	28
4.4. Качания	29
4.5. Низкая частота.....	30
Выводы к главе 4.....	31
Контрольные вопросы.....	31
Список тем для рефератов и докладов	32
Глава 5. Общие понятия о расчетах токов короткого замыкания (КЗ) для РЗА.....	33
5.1. Общие понятия и допущения. Методика расчёта токов КЗ.....	33
5.2. Программный комплекс EnergyCS ТКЗ.....	35
5.3. Программный комплекс ЕТАР.....	36
5.4. Программа расчета токов КЗ АВРАЛ	37
5.5. Автоматизированный комплекс ДАКАР.....	38
5.6. Комплекс программ для расчета электрических величин при повреждениях, и расчета уставок релейной защиты ТКЗ-3000	39
5.7. Программа по расчетам токов КЗ ELPLEK.....	40
5.8. Программа «ТоКо: Расчет токов КЗ».....	41
Выводы к главе 5.....	41
Контрольные вопросы.....	42
Список тем для рефератов и докладов	42

Глава 6. Обзор программ просмотра регистраторов аварийных событий ООО «НПП Бреслер», ООО «Свей», ООО «НПП Экра».....	43
6.1. Программа просмотра файлов осциллограмм WinBres «НПП Бреслер».....	44
6.2. Обзор программы просмотра файлов осциллограмм Waves «НПП ЭКРА».....	49
Выводы к главе 6.....	50
Контрольные вопросы.....	50
Список тем для рефератов и докладов.....	51
Глава 7. Технологические нарушения, связанные с отказами и повреждениями электрооборудования электрических сетей. Анализ аварийных осциллограмм.....	56
7.1. Повреждение автотрансформатора с пожаром.....	56
7.2. Повреждение секционного масляного выключателя 220 кВ из-за грозового разряда.....	66
7.3. Авария с повреждением и пожаром автотрансформатора, разрушением воздушного выключателя и падением колонок разъединителя.....	70
Выводы к главе 7.....	78
Контрольные вопросы.....	78
Список тем для рефератов и докладов.....	78
Глава 8. Технологические нарушения, связанные с отказами устройств РЗА.....	79
8.1. Излишнее отключение масляного выключателя по причине перекрытия между контактными выводами в разъеме термосигнализатора.....	79
8.2. Отключение автотрансформаторов из-за электродугового повреждения контрольных кабелей токовых цепей ДЗ.....	81
8.3. Отключение выключателя 220 кВ вследствие пуска от резервной защиты, неучтенной в исполнительных схемах устройств РЗА.....	87
Выводы к главе 8.....	91
Контрольные вопросы.....	91
Список тем для рефератов и докладов.....	91
Глава 9. Действующие нормативно-технические документы, регламентирующие создание и эксплуатацию регистраторов аварийных событий (РАС).....	92
9.1. Приказы Минэнерго РФ:.....	93
9.2. Требования к каналам для передачи файлов с неоперативной аварийной информацией с РАС и устройств РЗА энергообъектов в ЦУС и ДЦ.....	95
9.3. Национальные стандарты Российской Федерации (ГОСТ Р) и СТО АО «СО ЕЭС»:.....	96
9.4. Договора и соглашения между АО «СО ЕЭС» и субъектами электроэнергетики:.....	104
9.5. Стандарты СТО ПАО «Россети»:.....	106
Выводы к главе 9.....	110
Контрольные вопросы.....	110
Список тем для рефератов и докладов.....	111
Глава 10. Технологические нарушения, связанные с неправильной работы устройств РЗА.....	112
10.1. Проверка уставок и установленных коэффициентов трансформации ТТ.....	112
10.2. Отказ работы автоматики воздушного выключателя.....	114
10.3. Излишнее отключение воздушной линии (ВЛ).....	117
10.4. Неправильное действие защит и автоматики. Отключение ВЛ-110.....	119
10.5. Отключение в результате грозовой деятельности.....	121
Выводы к главе 10.....	124
Контрольные вопросы.....	124
Список тем для рефератов и докладов.....	124
Глава 11. Анализ срабатывания устройств релейной защиты и автоматики энергетических систем.....	125
11.1. Как проводить анализ срабатывания устройств РЗА.....	125
11.2. Исходные данные для анализа работы РЗА при технологическом нарушении:.....	126
11.3. Анализ аварийной осциллограммы.....	126
11.4. Пример 1: Излишнее срабатывание дифференциальной защиты ошиновки.....	129
Выводы к главе 11.....	140
Контрольные вопросы.....	140
Список тем для рефератов и докладов.....	140
Список литературы.....	147