

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие к четвертому изданию .....	3
<b>Введение</b> .....	6
§ В.1. Основные элементы, общность и различие систем электро снабжения.....	6
§ В.2. Организация управления системой электроснабжения.....	11
§ В.3. Назначение релейной защиты и автоматики систем электроснабжения .....	14
§ В.4. Электрические сигналы, преобразуемые устройствами релейной защиты и автоматики .....	17
§ В. 5. Элементы, функциональные части и органы устройств релейной защиты и автоматика систем электроснабжения.....	20
§ В.6. Функции релейной защиты и автоматики и основные требования, предъявляемые к этим устройствам .....	28
§ В.7. Основные принципы действия релейной защиты и автоматики.....	33
<b>РАЗДЕЛ 1. ЭЛЕМЕНТЫ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ</b> .....	41
<b>Глава 1. Пассивные линейные измерительные преобразователи синусоидальных напряжений и токов</b> .....	42
§ 1.1. Первичные измерительные преобразователи тока .....	42
§ 1.2. Первичные измерительные преобразователи напряжения.....	47
§ 1.3. Реакторы и трансреакторы .....	51
§ 1.4. Магнитные усилители .....	53
§ 1.5. Насыщающиеся трансформаторы тока.....	56
§ 1.6. Фазоповоротные и частотно-зависимые схемы .....	58
§ 1.7. Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения .....	60
§ 1.8. Преобразователи синусоидальных токов и напряжений в постоянные (выпрямленные) токи и напряжения и их применение.....	67
<b>Глава 2. Электромеханические элементы</b> .....	73
§ 2.1. Общие сведения об электромеханических системах.....	73
§ 2.2. Принцип действия и выполнение электромагнитных реле .....	73
§ 2.3. Электромагнитные измерительные реле .....	79
§ 2.4. Электромагнитные логические реле .....	86
§ 2.5. Принцип действия и выполнение индукционных реле.....	92
§ 2.6. Индукционные измерительные реле .....	95
§ 2.7. Электромеханические реле с постоянным магнитом.....	102
<b>Глава 3. Полупроводниковая и микропроцессорная элементная база</b> .....	104
§ 3.1. Некоторые сведения о полупроводниковой и микропроцессорной	

элементной базе .....	104
§ 3.2. Полупроводниковые диоды и транзисторы.....	106
§ 3.3. Аналоговые активные измерительные преобразователи синусоидальных напряжений и токов .....	108
§ 3.4. Цифровые интегральные микросхемы — элементы микроЭВМ и логической части устройств релейной защиты и автоматики .....	118
§ 3.5. Микропроцессорная элементная база .....	134
§ 3.6. Схемы сравнения сигналов .....	140
§ 3.7. Измерительные реле на основе полупроводниковой неинтегральной элементной базы с одной воздействующей электрической величиной.....	147
§ 3.8. Измерительные реле на основе полупроводниковой неинтегральной элементной базы с двумя воздействующими электрическими величинами .....	153
§ 3.9. Измерительные реле на основе аналоговых интегральных микросхем с одной воздействующей электрической величиной.....	157
§ 3.10. Измерительные реле на основе аналоговых интегральных микросхем с двумя воздействующими электрическими величинами .....	165
§ 3.11. Цифровые органы защиты на основе микропроцессорной элементной базы.....	175
<b>Глава 4. Электротепловые элементы.....</b>	<b>183</b>
§ 4.1. Характеристики плавких предохранителей, электротепловых и температурных реле .....	183
§ 4.2. Конструкции плавких предохранителей, электротепловых и температурных реле .....	186
§ 4.3. Управляемые предохранители.....	192
§ 4.4. Жидкометаллические самовосстанавливающиеся предохранители .....	197
<b>РАЗДЕЛ 2. ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ</b>	<b>204</b>
<b>Глава 5. Токовые защиты.....</b>	<b>205</b>
§ 5.1. Основные органы токовых защит.....	205
§ 5.2. Схемы соединения измерительных преобразователей тока и цепей тока вторичных измерительных органов .....	206
§ 5.3. Выбор трансформаторов тока и определение их допустимой нагрузки в схемах релейной защиты .....	214
§ 5.4. Первая ступень токовой защиты от междуфазных коротких замыканий — токовая отсечка без выдержки времени .....	218
§ 5.5. Вторая ступень токовой защиты от междуфазных коротких замыканий — токовая отсечка с выдержкой времени .....	226
§ 5.6. Третья ступень токовой защиты от междуфазных коротких замыканий — максимальная токовая защита .....	228
§ 5.7. Токовая защита с измерительными органами тока и напряжения .....	236
§ 5.8. Токовая защита с выдержкой времени, зависимой от третьей	

гармонической тока.....	239
§ 5.9. Токовые защиты, реагирующие на скорость нарастания или абсолютное приращение тока .....	241
§ 5.10. Токовые защиты нулевой последовательности сетей с глухо-заземленными нейтралями .....	242
§ 5.11. Совместное действие токовой защиты и устройств автоматического повторного включения и автоматического включения резерва.....	246
§ 5.12. Общая оценка токовых защит и некоторые схемы их выполнения.....	249
<b>Глава 6. Токовые направленные защиты .....</b>	<b>257</b>
§ 6.1. Принцип действия, основные органы и выбор параметров токовой направленной защиты и токовой направленной защиты нулевой последовательности .....	257
§ 6.2. Схемы включения реле направления мощности.....	264
§ 6.3. Общая оценка токовых направленных защит и некоторые схемы их выполнения .....	268
<b>Глава 7. Защиты от замыканий на землю в сетях с изолированными и компенсированными нейтралями .....</b>	<b>272</b>
§ 7.1. О режиме заземления нейтрали в сетях напряжением 6—35 кВ.....	272
§ 7.2. Установившийся режим и переходный процесс при однофазных замыканиях на землю в сетях с изолированными и компенсированными нейтралями .....	273
§ 7.3. Защиты от замыкания на землю, реагирующие на токи и напряжения нулевой последовательности установившегося режима.....	281
§ 7.4. Защиты, основанные на контроле амплитуды тока и начального знака мгновенной мощности нулевой последовательности переходного процесса .....	288
§ 7.5. Оценка защит от однофазных замыканий на землю и пути их совершенствования .....	290
§ 7.6. Защита трансформаторов напряжения контроля изоляции в сетях с изолированной нейтралью.....	293
§ 7.7. Устройства контроля изоляции в сетях с изолированными нейтралями без использования трансформаторов напряжения .....	297
<b>Глава 8. Дистанционные защиты .....</b>	<b>302</b>
§8.1. Назначение, принцип действия и основные органы защиты.....	302
§ 8.2. Выбор входных воздействующих величин дистанционных органов.....	305
§ 8.3. Схемы дистанционных защит .....	308
§ 8.4. Выбор параметров срабатывания дистанционной защиты.....	311
<b>Глава 9. Дифференциальные токовые защиты .....</b>	<b>315</b>
§ 9.1. Назначение и виды дифференциальных защит.....	315
§ 9.2. Принцип действия продольной дифференциальной токовой	

защиты .....	316
§ 9.3. Ток небаланса и ток срабатывания дифференциальной защиты с циркулирующими токами.....	317
§ 9.4. Способы повышения чувствительности дифференциальной защиты .....	319
§ 9.5. Продольная дифференциальная защита линий и ее особенности .....	322
§ 9.6. Поперечная дифференциальная токовая защита .....	326
§ 9.7. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита.....	328
§ 9.8. Пусковые органы поперечной дифференциальной токовой направленной защиты и выбор их параметров срабатывания....	331
§ 9.9. Выполнение и область использования поперечных дифференциальных токовых направленных защит .....	335
§9.10. Балансная защита .....	337
<b>Глава 10. Устройства автоматики электрических сетей .....</b>	<b>339</b>
§ 10.1. Назначение устройств автоматического повторного включения, требования к ним и расчет их параметров.....	339
§ 10.2. Схемы устройств автоматического повторного включения линий с односторонним питанием .....	341
§ 10.3. Особенности устройств автоматического повторного включения линий с двусторонним питанием.....	346
§ 10.4. Устройства трехфазного автоматического повторного включения без контроля синхронизма линий с двусторонним питанием .....	346
§ 10.5. Устройства трехфазного автоматического повторного включения с контролем синхронизма линий с двусторонним питанием.....	354
§ 10.6. Назначение и требования к устройству АВР, принципы их выполнения и расчет параметров .....	358
§ 10.7. Схемы устройств автоматического включения резерва.....	363
§ 10.8. Пусковые органы УАВР и возможность их применения в электрических сетях с синхронными электродвигателями .....	367
§ 10.9. Требования, принципы выполнения и выбор параметров устройств автоматической частотной разгрузки .....	370
§ 10.10. Схемы устройств автоматической частотной разгрузки и частотного автоматического повторного включения.....	373
§ 10.11. Устройства автоматики деления.....	378
§ 10.12. Согласование действия устройств АВР, АПВ, АЧР и АД.....	379
§ 10.13. Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности в системах электроснабжения .....	383
<b>Глава 11. Защита и автоматика электрических сетей напряжением до 1 кВ .....</b>	<b>389</b>
§ 11.1. Виды повреждений, назначение и выполнение защиты сетей напряжением до 1 кВ .....	389
§ 11.2. Защита плавкими предохранителями .....	391
§ 11.3. Чувствительность и селективность плавких предохранителей .....	393

§ 11.4. Автоматические воздушные выключатели и их устройства защиты (расцепители).....	397
§ 11.5. Выбор параметров расцепителей автоматических выключателей .....	403
§ 11.6. Чувствительность и селективность расцепителей автоматических выключателей .....	407
§ 11.7. Защита от однофазных повреждений в четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью и пути ее совершенствования.....	409
§ 11.8. Устройства защитного отключения .....	414
§ 11.9. Комбинированное устройство защиты и управляемого предохранителя.....	419
§ 11.10. Устройства автоматического включения резерва в сетях напряжением до 1 кВ .....	420

## **Глава 12. Микропроцессорные комплектные устройства релейной защиты, управления и автоматики .....**

§ 12.1. Многофункциональный микропроцессорный блок БМРЗ-04 научно-технического центра «Механотроника».....	423
§ 12.2. Микропроцессорные комплектные устройства защиты и автоматики серии SPAC 800 (терминалы).....	430
§ 12.3. Выбор параметров срабатывания цифровых токовых защит терминала SPAC 801.01 и блока БМРЗ-04 .....	434
§ 12.4. Комплектное микропроцессорное устройство быстродействующего АВР.....	435

## **РАЗДЕЛ 3. ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭЛЕМЕНТОВ СТАНЦИЙ, ПОДСТАНЦИЙ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ .....**

### **Глава 13. Защита и автоматика синхронных генераторов .....**

§ 13.1. Повреждения и ненормальные режимы работы синхронных генераторов, устройства защиты и автоматики .....	440
§ 13.2. Защита от многофазных коротких замыканий в обмотке статора генератора напряжением выше 1 кВ .....	443
§ 13.3. Защита от однофазных повреждений в обмотке статора генератора напряжением выше 1 кВ .....	448
§ 13.4. Устройства защиты генератора напряжением выше 1 кВ от ненормальных режимов работы.....	451
§ 13.5. Защита генератора напряжением выше 1 кВ от замыканий на землю в цепи возбуждения.....	454
§ 13.6. Защита генераторов напряжением до 1 кВ.....	456
§ 13.7. Способы и устройства синхронизации генераторов .....	459
§ 13.8. Системы возбуждения синхронных генераторов и назначение устройств автоматического регулирования возбуждения .....	469
§ 13.9. Устройства АВР пропорционального действия синхронных генераторов с электромашинным возбудителем постоянного тока .....	473

§ 13.10. Особенности защиты и автоматики синхронных компенсаторов.....	480
§ 13.11. Микропроцессорная релейная защита и автоматика синхронных генераторов .....	481
<b>Глава 14. Защита и автоматика трансформаторов.....</b>	<b>488</b>
§ 14.1» Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов .....	488
§ 14.2. Газовая защита.....	490
§ 14.3. Токовые и токовые направленные защиты трансформатора от коротких замыканий.....	492
§ 14.4. Дифференциальные токовые защиты трансформаторов и особенности их выполнения .....	498
§ 14.5. Схемы, выбор параметров и область использования дифференциальных защит трансформаторов.....	504
§ 14.6. Токовые защиты трансформатора от сверхтоков внешних коротких замыканий и перегрузок .....	513
§ 14.7. Защита трансформатора открытыми плавкими вставками и плавкими предохранителями .....	518
§ 14.8. Защита трансформаторов управляемыми предохранителями.....	525
§ 14.9. Устройства противоаварийной автоматики трансформаторов .....	527
§ 14.10. Автоматические устройства управления режимами работы трансформаторов .....	530
§ 14.11. Микропроцессорное интегральное устройство релейной защиты трансформатора SPAD346C .....	538
<b>Глава 15. Защита и автоматика подстанций без выключателей на стороне высшего напряжения и линий с ответвлениями.....</b>	<b>542</b>
§ 15.1. Общие сведения .....	542
§ 15.2. Защита и автоматика подстанций без выключателей на стороне высшего напряжения .....	544
§ 15.3. Особенности релейной защиты и автоматики линий с ответвлениями.....	552
<b>Глава 16. Защита и автоматика электродвигателей .....</b>	<b>556</b>
§ 16.1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей и требования к их защитам .....	556
§ 16.2. Защита и автоматика асинхронных электродвигателей напряжением выше 1 кВ.....	561
§ 16.3. Защита и автоматика синхронных электродвигателей напряжением выше 1 кВ.....	571
§ 16.4. Система возбуждения синхронного электродвигателя .....	574
§ 16.5. Влияние синхронных электродвигателей на выбор параметров устройств релейной защиты и автоматики элементов системы электроснабжения .....	580
§ 16.6. Микропроцессорная релейная защита и автоматика	

электрических двигателей напряжением выше 1 кВ.....	583
§ 16.7. Защита и автоматика электродвигателей напряжением до 1 кВ.....	591
§ 16.8. Защита электродвигателей напряжением до 1 кВ с исполъ зованием жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей .....	601
<b>Глава 17. Защита и автоматика специальных электроустановок.....</b>	<b>605</b>
§ 17.1. Специальные электроустановки систем электроснабжения....	605
§ 17.2. Защита и автоматика конденсаторных установок.....	605
§ 17.3. Особенности защиты и автоматики трансформаторов электропечных установок.....	610
§ 17.4. Особенности защиты и автоматики полупроводниковых преобразовательных агрегатов .....	612
§ 17.5. Защита и автоматика шин .....	616
Предметный указатель.....	621
Список литературы .....	625