

Евминов, Л. И. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебно-методическое пособие / Л. И. Евминов, Г. И. Селиверстов. — Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. — 531 с. : ил.

УДК [621.316.925 + 621.311-52](075.8)

ББК 31

Аб. №1 — 20 экз.

СБО — 1 экз.

Ч/З №1 — 3 экз.

Рассматриваются принципы действия, схемы и расчеты параметров срабатывания релейных защит элементов систем электроснабжения. Особое внимание уделено применению современных микропроцессорных блоков защиты, автоматике, измерения и управления электроэнергетическими объектами.

Для студентов вузов, обучающихся по электроэнергетическим специальностям, а также инженерно-технических работников, занятых проектированием и эксплуатацией релейной защиты.

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого»
Кафедра «Электроснабжение»

Л. И. Евминов, Г. И. Селиверстов

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области энергетики
и энергетического оборудования
в качестве учебно-методического пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальностям
1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»
и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация
энергооборудования организаций»*

Гомель 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	7
ГЛАВА 1. Общие вопросы выполнения релейной защиты и автоматики.	9
1.1. Назначение релейной защиты и автоматики	9
1.2. История развития релейной защиты.....	12
1.3. Основные виды релейных защит	13
1.4. Основные требования, предъявляемые к релейной защите	15
1.5. Разновидности и назначение автоматики	18
1.6. Основные органы релейной защиты.....	20
1.7. Схемы вторичных соединений.....	21
1.8. Условные обозначения элементов вторичных цепей.....	25
ГЛАВА 2. Цифровые реле. Системы управления и сбора информации.	27
2.1. Основные характеристики микропроцессорных устройств.....	27
2.2. Описание микропроцессорных устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики	30
2.3. Особенности обработки информации в цифровых реле	47
2.4. Алгоритмы работы измерительных органов	47
2.5. Особенности эксплуатации микропроцессорных защит	48
2.6. Испытания аппаратуры на помехозащищенность	52
2.7. Использование цифровых реле в качестве элементов АСУ ТП... ..	53
2.8. Техническое обслуживание цифровых реле.....	56
ГЛАВА 3. Источники оперативного тока. Трансформаторы тока и напряжения	59
3.1. Назначение и общие требования к источникам оперативного тока	59
3.2. Источники постоянного оперативного тока	59
3.3. Переменный оперативный ток	64
3.4. Трансформаторы тока.....	68
3.5. Трансформаторы напряжения	80
ГЛАВА 4. Защита электрических сетей напряжением до 0,4 кВ....	87
4.1. Общие сведения	87
4.2. Схемы сетей напряжением до 0,4 кВ	88
4.3. Требования к защитам и выбор защит, аппаратуры и кабелей в сетях напряжением 0,4 кВ	93

4.4. Защита плавкими предохранителями.....	99
4.5. Защита автоматическими выключателями сетей 0,4 кВ.....	121
ГЛАВА 5. Токовые защиты распределительных электрических сетей напряжением 6–35 кВ	148
5.1. Общие положения	148
5.2. Основные виды защит распределительных сетей	151
5.3. Условия согласования токовых защит по току и по времени	160
5.4. Расчет уставок максимальных токовых защит от междуфазных коротких замыканий	162
5.5. Расчет уставок токовых отсечек	187
5.6. Защита от перегрузки.....	200
5.7. Защита от замыканий на землю в сетях 6–35 кВ	200
5.8. Особенности автоматического повторного включения линий ...	208
5.9. Применение схемы защиты с дешунтированием электромагнита отключения выключателя	208
5.10. Поперечная дифференциальная защита параллельных линий	209
5.11. Расчет параметров максимальной токовой направленной защиты (МТНЗ)	212
5.12. Выбор уставок направленных защит на параллельных линиях ...	219
5.13. Секционирование сети	221
ГЛАВА 6. Релейная защита линий напряжением 110–220 кВ	230
6.1. Общие сведения	230
6.2. Дистанционные защиты.....	232
6.3. Технические характеристики цифровых защит.....	252
6.4. Продольная дифференциальная защита линий	254
6.5. Защиты с косвенным сравнением электрических величин	256
ГЛАВА 7. Защита и автоматика синхронных генераторов.....	262
7.1. Повреждения и ненормальные режимы работы генераторов.....	262
7.2. Защита аварийных генераторов напряжением 0,4 кВ.....	263
7.3. Защита высоковольтных генераторов	273
7.4. Общие положения синхронизации генераторов.....	282
ГЛАВА 8. Релейная защита и автоматика трансформаторов и автотрансформаторов	295
8.1. Общие сведения.....	295
8.2. Требования к выполнению защит трансформаторов	297
8.3. Дифференциальная защита.....	298
8.4. Газовая защита трансформатора	317
8.5. Защита от сверхтоков при внешних коротких замыканиях....	319

8.6. Токовая отсечка трансформатора	340
8.7. Защита от перегрузки трансформатора	340
8.8. Токовая защита нулевой последовательности на стороне 0,4 кВ	342
8.9. Резервирование защит трансформатора	344
8.10. Примеры расстановки цифровых защит на двухобмоточном понижающем трансформаторе	346
8.11. Автоматика трансформаторов.....	347
8.12. Защита предохранителями на стороне высшего напряжения трансформаторов 6–35/0,4 кВ	358
ГЛАВА 9. Релейная защита и автоматика электродвигателей ..	362
9.1. Релейная защита высоковольтных электродвигателей.....	362
9.2. Защита электродвигателей напряжением 0,4 кВ	379
9.3. Микропроцессорные защиты электродвигателей	390
9.4. Схемы релейной защиты электродвигателей	391
ГЛАВА 10. Релейная защита и автоматика конденсаторных установок, сборных шин и выпрямительных установок	397
10.1. Защита конденсаторных установок	397
10.2. Защита сборных шин	407
10.3. Релейная защита выпрямительных установок.....	413
ГЛАВА 11. Автоматика электрических сетей	419
11.1. Автоматическое повторное включение.....	419
11.2. Автоматический ввод резерва.....	434
11.3. Автоматическая частотная разгрузка.....	454
11.4. Регулирование напряжения и реактивной мощности в системах электроснабжения устройствами автоматического регулирования возбуждения	466
Литература	470
Приложения.....	471
Приложение 1. Трансформаторы.....	471
Приложение 2. Провода и кабели.....	477
Приложение 3. Сопротивление кабелей напряжением до 1 кВ	480
Приложение 4. Параметры предохранителей.....	483
Приложение 5. Аварийные маломощные генераторы	492
Приложение 6. Общие вопросы релейной защиты и автоматики	493
Приложение 7. Технические характеристики трансформаторов тока и напряжения	496

Приложение 8. Технические характеристики электрических аппаратов и реле	498
Приложение 9. Технические характеристики цифровых реле.....	502
Приложение 10. Характеристики и схемы внешних присоединений цифровых реле	505
10.1. Схема внешних присоединений цифрового реле МР500.....	505
10.2. Схема внешних присоединений цифрового реле МР600.....	508
10.3. Схема внешних присоединений цифрового реле МiCOM Р127	510
10.4. Схемы управления, релейной защиты и автоматики отходящих линий 6–35 кВ	512
10.5. Схема управления, релейной защиты и автоматики вводного выключателя 6–10 кВ	523