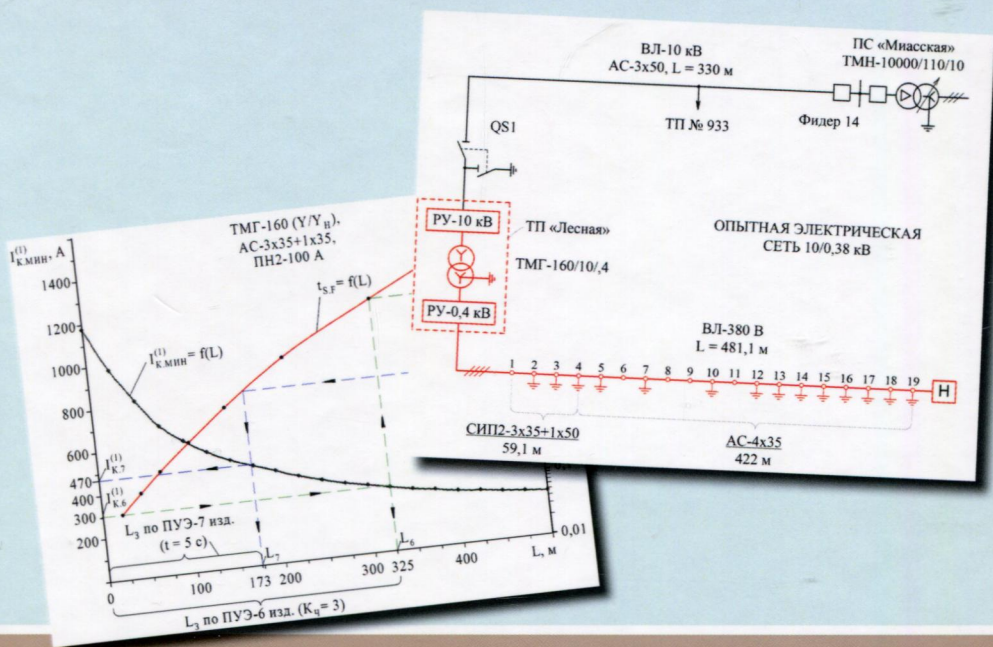


А. М. Ершов, А. И. Сидоров, Р. Г. Валеев

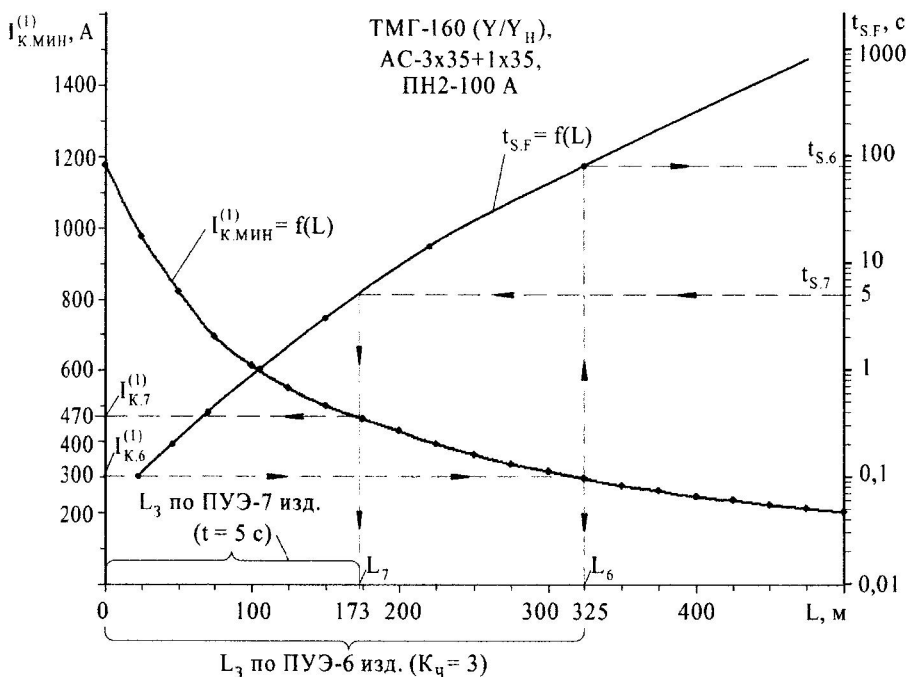
ЗАЩИТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ **380 В** ПРИ ОДНОФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ



А. М. Ершов, А. И. Сидоров, Р. Г. Валеев

ЗАЩИТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПЯЖЕНИЕМ 380 В ПРИ ОДНОФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ

Монография



Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2021

УДК 621.316(07)
ББК 31.27
Е80

Рецензенты:

*Суворов И. Ф., доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры энергетики Забайкальского
государственного университета;
Кузнецов К. Б., доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры техносферной безопасности Уральского
государственного университета путей сообщения*

Ершов, А. М.

Е80 Защита электрических сетей напряжением 380 В при однофазных коротких замыканиях : монография / А. М. Ершов, А. И. Сидоров, Р. Г. Валеев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 232 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-0611-6

Рассмотрены вопросы повышения надёжности и обеспечения безопасности работы электрических сетей напряжением 380 В при однофазных коротких замыканиях. Описаны методы теоретических и экспериментальных исследований с использованием опытной электрической сети, физической и компьютерной моделей. Представлена новая методика расстановки средств защиты воздушной линии напряжением 380 В при однофазных коротких замыканиях путём её секционирования.

Для эксплуатационного персонала и проектировщиков электрических сетей, научных работников, преподавателей и студентов.

УДК 621.316(07)
ББК 31.27

ISBN 978-5-9729-0611-6

© А. М. Ершов, А. И. Сидоров, Р. Г. Валеев, 2021

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 380 В ПРИ ОДНОФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ	7
2. ОБЗОР МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 380 В ПРИ ОДНОФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ	11
2.1. Токовые защиты, реагирующие на токи, протекающие по фазным проводам	11
2.2. Защиты, реагирующие на ток, протекающий по нулевому проводу воздушной линии	15
2.3. Защиты, реагирующие на различные виды дифференциальных токов воздушной линии	17
2.4. Защиты, реагирующие на переходные и установившиеся процессы, протекающие в электрической сети при возникновении однофазных коротких замыканий.....	31
3. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ 380 В	39
3.1. О методах и средствах исследования.....	39
3.2. Опытная электрическая сеть напряжением 10/0,38 кВ	41
3.3. Физическая модель электрической сети	49
3.4. Компьютерная модель электрической сети.....	58
3.5. Возможные направления исследований в опытной электрической сети и на физической и компьютерных моделях	67
4. РАСЧЁТЫ ТОКОВ ОДНОФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 380 В С ГЛУХО ЗАЗЕМЛЁННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ	71
4.1. Обзор методов расчёта токов однофазного короткого замыкания	71
4.2. Расчёт тока металлического однофазного короткого замыкания методом симметричных составляющих	72
4.3. Анализ факторов, влияющих на величину тока однофазного короткого замыкания	80
4.4. Алгоритм расчёта тока однофазного короткого замыкания с учётом эффекта «теплового спада» и сопротивления дуги в месте замыкания.....	91

4.5. Пример расчёта минимального тока однофазного короткого замыкания	93
4.6. Исследование токов однофазного короткого замыкания на физической и компьютерной моделях	99
4.7. Исследования токов однофазного короткого замыкания в опытной электрической сети 10/0,38 кВ.....	101
4.8. Исследование распределения потенциала по нулевому проводу при ОКЗ в различных точках ВЛ-380 В.....	112
5. ЗАЩИТА ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ 380 В ПРИ ОДНОФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ ПУТЁМ ЕЁ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ	118
5.1. Предпосылки создания защиты ВЛ-380 В при ОКЗ.....	118
5.2. Новая методика расчёта защиты воздушной линии электропередачи напряжением 380 В при однофазных коротких замыканиях (концепция построения защиты)	123
5.3. Рекомендации по расстановке защитных аппаратов.....	132
5.3.1. Критерии расчёта защиты при однофазных коротких замыканиях	132
5.3.2. Характерные схемы воздушных линий электрических сетей напряжением 380 В	133
5.3.3. Определение предельной длины зоны защиты воздушной линии по условию её защиты при однофазном коротком замыкании	133
5.3.4. Определение предельной длины секционированных зон защиты воздушной линии	147
5.3.5. Определение предельной длины воздушной линии по условию допустимой потери напряжения	155
5.4. Примеры выбора секционирующих плавких предохранителей для защиты воздушных линий электрических сетей напряжением 380 В.....	163
5.4.1. Расчёт защиты воздушной линии опытной электрической сети напряжением 380 В полигона	163
5.4.2. Расчёт защиты воздушных линий напряжением 380 В села Селезян.....	169
5.4.3. Расчёт защиты воздушных линий напряжением 380 В села Кулуево	174
5.5. Экспериментальная проверка разработанной методики расстановки токовых защит воздушных линий напряжением 380 В при однофазных коротких замыканиях	181
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	183
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	184

ПРИЛОЖЕНИЯ	191
П1. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЁТОВ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.....	191
П2. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА ТОКА ОДНОФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ	210
П3. РАСЧЁТНЫЕ КРИВЫЕ ТОКА МИНИМАЛЬНОГО ОДНОФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ	226