

ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ

от электромагнитного импульса



Владимир Гуревич



«Инфра-Инженерия»

В.И. Гуревич

**ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ
ПОДСТАНЦИЙ
ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО
ИМПУЛЬСА**

Учебно-практическое пособие

**Москва
Инфра-Инженерия
2016**

УДК 621.316.925(075.8)

ББК 31.27-05

Г 95

Гуревич В.И.

Г 95 Защита оборудования подстанций от электромагнитного импульса. –
М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 302 с.: ил.

ISBN 978-5-9729-0104-3

В книге рассмотрены практические аспекты защиты электрооборудования подстанций на примере микропроцессорных устройств релейной защиты (МУРЗ) и силовых трансформаторов от разрушительного воздействия электромагнитного импульса высотного ядерного взрыва и других видов преднамеренных электромагнитных деструктивных воздействий, оборудование для производства которых интенсивно разрабатывают и совершенствуют в последние годы.

Предложены различные технические решения и организационные мероприятия, направленные на повышение живучести подстанций.

Книга рассчитана на специалистов, занимающихся эксплуатацией электрооборудования на подстанциях, проектировщиков, производителей МУРЗ, руководителей отрасли, а также может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам вузов, специализирующихся в области электроэнергетики.

© Гуревич В.И., автор, 2016

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2016

ISBN 978-5-9729-0104-3

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
1 Технический прогресс и его последствия	6
1.1. Философия технического прогресса	6
1.2. Технический прогресс в релейной защите	22
1.3. Микропроцессоры – основа современной стадии технического прогресса.	25
1.4. Smart Grig - опасный вектор технического прогресса в энергетике.	26
1.5. Опасные тенденции развития устройств релейной защиты.	28
Литература к Гл. 1	37
2 Преднамеренные деструктивные электромагнитные воздействия	42
2.1. Введение	42
2.2. Краткий исторический экскурс	42
2.3. Первая открытая достоверная информация об ЭМИ ЯВ и методах защиты в энергетике.	45
2.4. Реальное положение дел с защитой систем электроснабжения от ЭМИ ЯВ и других видов ПЭДВ.	45
2.5. Ракетные системы малой и средней дальности – потенциальные источники ЭМИ ЯВ, против которых бессильны системы ПРО	49
2.6. Что нужно для того, чтобы реально защитить страну от электромагнитного Армагеддона?	55
2.7. Классификация и особенности преднамеренных электромагнитных деструктивных воздействий	55
2.8. Воздействие ПЭДВ на микропроцессорные устройства релейной защиты	81
2.9. Основные нормативно-технические документы в области ПЭДВ	85
Литература к Гл. 2.	89
3 Методы и средства защиты МУРЗ от электромагнитного импульса	96
3.1. Чувствительность МУРЗ к электромагнитным воздействиям	96
3.3. Методы защиты от ПЭДВ	101
4 Пассивные методы и средства защиты МУРЗ от электромагнитного импульса	103

4.1	Монтажные шкафы	103
4.2	Заземление чувствительной электронной аппаратуры ..	104
4.3	Фильтры ЭМИ ЯВ	114
4.3.1	Ферритовые фильтры	114
4.3.2	Фильтры на основе LC-звеньев	122
4.4	Нелинейные ограничители перенапряжений	131
4.5	Экранирование контрольных кабелей	138
4.6	Конструктивные изменения МУРЗ	147
4.6.1	Аналоговые входы	147
4.6.2	Дискретные входы	149
4.6.3	Выходные реле	151
4.6.4	Печатные платы	152
4.7	Строительные материалы	154
	Литература к Гл. 4	157
5	Активные методы и средства защиты МУРЗ от электромагнитного импульса	160
5.1	Новый принцип активной защиты МУРЗ	160
5.2	Датчики тока и напряжения на базе герконовых реле с регулируемым порогом срабатывания	173
5.3	Технико-экономические аспекты метода активной защиты МУРЗ	182
5.4	Защита системы дистанционного управления выключателями	199
	Литература к Гл. 5	207
6	Испытания устойчивости МУРЗ к воздействию ПЭДВ ..	209
6.1	Анализ источников ПЭДВ	209
6.2	Параметры испытаний на устойчивость к ЭМИ ЯВ	215
6.3	Параметры испытаний на устойчивость к ПИЭМ.	217
6.4	Испытательное оборудование для тестирования на устойчивость к ПЭДВ	218
6.5	Использование критерия качества функционирования при испытаниях электронной аппаратуры на электромагнитную совместимость	225
6.6	Особенности использование критерия качества функционирования при испытаниях МУРЗ на устойчивость к ПЭДВ	226
6.7	Критика используемого метода испытания МУРЗ	228
6.8	Анализ второго независимого испытания МУРЗ того же типа	231
6.9	Выводы и рекомендации по испытаниям МУРЗ	235

	Литература к Гл. 6	236
7	Организационно-технические мероприятия по защите МУРЗ от ЭМИ.	238
	7.1 Проблемы стандартизации МУРЗ.	238
	7.1.1 Кто координирует процесс стандартизации в области релейной защиты	238
	7.1.2 Основные принципы стандартизации МУРЗ	241
	7.1.2.1 Стандартизация внешнего исполнения МУРЗ	242
	7.1.2.2 Стандартизация функциональных модулей МУРЗ. . .	245
	7.1.2.3 Стандартизация программного обеспечения МУРЗ. . .	247
	7.1.2.4 О необходимости стандартизации испытаний МУРЗ. . .	247
	7.1.2.5 Базисные принципы конструирования МУРЗ – основа будущего стандарта	248
	7.2 Основные принципы стандартизации испытаний МУРЗ	256
	7.2.1 Новый взгляд на проблему	258
	7.2.2 Современные тестовые системы для реле защиты. . . .	262
	7.2.3 Проблемы современных ТСПЗ	263
	7.2.4 Предлагаемое решение проблемы	264
	7.3 Создание запасов сменных модулей – как средство повышения живучести энергосистемы	266
	7.3.1 Оптимизация запасов сменных модулей электронной аппаратуры	266
	7.3.2 Проблема хранения запасов ЗИП	267
	Литература к Гл. 7	275
8	Защита силового электрооборудования от электромагнитного импульса.	279
	8.1 Магнитогидродинамический эффект ЭМИ ЯВ	279
	8.2 Влияние компонента ЕЗ ЭМИ ЯВ на силовое электрооборудование	281
	8.3 Защита силового электрооборудования от воздействия геомагнитно-индуцированных токов	283
	Литература к Гл. 8	294