

621.376.9  
В.К.Монаков

**АСТРО** УЗО

теория  
и практика



устройства  
защитного  
отключения

УДК 621.316.9:064.2  
М 632  
ББК 31.247

**Монаков В.К. УЗО. Теория и практика.** —  
М.: ЗАО «Энергосервис», 2007. – 368 с.

Технический редактор: **А.С. Зюзин**  
Компьютерная графика: **Ю.В. Котляров**

Рецензенты:

директор научно-технического инновационного центра энергосберегающих технологий и техники (НТИЦ ЭТТ)

к.т.н. доц. **А.Г. Вакулко;**

кафедра «Инженерной экологии техносферы» Московского государственного института радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА).

ISBN 5-900835-99-5

В монографии изложены общие принципы организации системы электробезопасности в электроустановках жилых и общественных зданий, приведены сведения из ряда последних нормативных документов, регламентирующих устройство электроустановок и технические требования к электрозащитным устройствам. Рассмотрены правила применения устройств защитного отключения (УЗО), методы контроля и испытания этих устройств, приведены примеры их применения в различных электроустановках в качестве электрозащитных и противопожарных устройств. Дополнительно представлены сведения по системам контроля изоляции и молниезащиты электроустановок.

Книга может быть использована в качестве учебно-справочного пособия при обучении, подготовке и переподготовке электротехнического персонала по теме обеспечения электробезопасности, также книга может быть полезна специалистам-электротехникам при выполнении работ по проектированию, монтажу, наладке и эксплуатации электроустановок жилых, производственных и общественных зданий с применением УЗО.

Нормативные материалы, приведенные в работе, представляют интерес для работников органов сертификации, испытательных лабораторий, специалистов проектных, электромонтажных, эксплуатационных организаций, работников различных энергетических служб, а также частных лиц, деятельность которых тем или иным образом связана с решением проблем электро- и пожаробезопасности в электроустановках жилых и общественных зданий.

ISBN 5-900835-99-5

©Составление и оформление ЗАО «Энергосервис», 2007  
©Монаков В.К., 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	3
1. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ. . . . .	6
1.1. Общие положения . . . . .	6
1.2. Критерии электробезопасности . . . . .	7
1.3. Основные принципы защиты от поражения электрическим током . . . . .	20
1.4. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током . . . . .	31
1.5. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками . . . . .	33
1.6. Классификация электротехнического и электронного оборудования по способу защиты от поражения электрическим током . . . . .	38
1.7. Схемы электроустановок зданий . . . . .	45
1.7.1. Системы заземления . . . . .	47
1.7.2. Устройство системы TN-C-S в системе TN-C . . . . .	57
1.7.3. Система уравнивания потенциалов. . . . .	58
2. УЗО—ЭФФЕКТИВНОЕ ПРОТИВОПОЖАРНОЕ И ЭЛЕКТРОЗАЩИТНОЕ СРЕДСТВО . . . . .	64
2.1. Назначение устройств защитного отключения . . . . .	64
2.2. Принцип действия УЗО . . . . .	88
2.3. Виды УЗО. . . . .	93
2.4. Применение различных видов УЗО. . . . .	96
2.5. Конструкция УЗО. . . . .	115
2.6. Основные нормируемые параметры УЗО. . . . .	120
2.7. Технические параметры типовых УЗО . . . . .	122
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ УЗО. . . . .	127
3.1. Общие положения . . . . .	127
3.2. Номинальное напряжение $U_n$ . . . . .	130

3.3. Номинальное напряжение изоляции $U_i$ . . . . .	130
3.4. Номинальный ток $I_n$ . . . . .	131
3.5. Номинальная частота $f_n$ . . . . .	133
3.6. Номинальный отключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n}$ . . . . .	133
3.7. Номинальный неотключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n0}$ . . . . .	138
3.8. Номинальное время отключения $T_n$ . . . . .	139
3.9. Предельное значение сверхтока неотключения $I_{nm}$ . . . . .	142
3.10. Номинальная включающая и отключающая способность (коммутационная способность) $I_m$ . . . . .	143
3.11. Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току $I_{\Delta m}$ . . . . .	144
3.12. Номинальный условный ток КЗ $I_{\Delta k}$ . . . . .	144
3.13. Номинальный условный дифференциальный ток КЗ $I_{\Delta k}$ . . . . .	147
3.14. Характеристика $I^2t$ (интеграл Джоуля). . . . .	148
3.15. Номинальная наибольшая коммутационная способность $I_{cn}$ . . . . .	155
3.16. Рабочая наибольшая отключающая способность $I_{cs}$ . . . . .	156
4. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЗО . . . . .	157
4.1. Нормальные условия эксплуатации . . . . .	157
4.2. Превышение температуры . . . . .	158
4.3. Степень защиты . . . . .	159
4.4. Функция разъединения . . . . .	159
4.5. Электроизоляционные свойства . . . . .	161
4.6. Коммутационная и механическая износостойкость . . . . .	162
4.7. Контрольное устройство . . . . .	165
4.8. Схемы подключения УЗО . . . . .	166
4.9. Устойчивость УЗО к импульсным напряжениям . . . . .	167
4.10. Требования пожарной безопасности . . . . .	168
4.11. Маркировка и дополнительная информация . . . . .	171
4.12. Документация на УЗО . . . . .	173
4.13. Дополнительные устройства и принадлежности . . . . .	175
4.13.1. Вспомогательные контакты . . . . .	175
4.13.2. Дистанционный привод . . . . .	176
4.14. Специальные типы УЗО . . . . .	178

5. КООРДИНАЦИЯ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ	
ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ . . . . .	184
5.1. Защита электроустановки . . . . .	184
5.2. Выбор автоматических выключателей и предохранителей	189
5.3. Расчет максимального и минимального ожидаемого тока КЗ	190
5.4. Защита от токов перегрузки . . . . .	194
5.5. Защита УЗО . . . . .	195
6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК	
С ПРИМЕНЕНИЕМ УЗО . . . . .	200
6.1. Общие требования . . . . .	200
6.2. Нормативная база применения УЗО. . . . .	203
6.2.1. Требования ПУЭ и нормативных документов по	
применению УЗО в электроустановках. . . . .	203
6.2.2. Требования ПУЭ по применению УЗО для защиты	
переносных электроприемников . . . . .	214
6.2.3. Требования ПУЭ по применению УЗО в передвижных	
электроустановках . . . . .	215
6.2.4. Требования ПУЭ по применению УЗО в электроуста-	
новках помещений для содержания животных. . . . .	217
6.3. Место установки УЗО . . . . .	219
6.4. Применение УЗО при различных системах	
заземления сетей . . . . .	220
6.5. Селективность работы УЗО . . . . .	229
6.6. Выбор типа УЗО . . . . .	233
6.7. Схемы подключения УЗО в электроустановках зданий . .	234
6.8. УЗО как противопожарное средство . . . . .	250
7. МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ УЗО В	
ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ . . . . .	261
7.1. Монтаж УЗО . . . . .	261
7.2. Контроль работоспособности УЗО в составе	
электроустановки . . . . .	262
7.2.1. Схема измерений. . . . .	262

7.2.2. Определение порога срабатывания (дифференциального отключающего тока — $I_{\Delta}$ ) УЗО . . . . .	262
7.2.3. Измерение тока утечки в зоне защиты УЗО . . . . .	264
7.2.4. Устройство измерения дифференциального тока АСТРО* $I_{\Delta}$ . . . . .	265
7.2.5. Устройство контроля исправности УЗО—АСТРО*ТЕСТ . . . . .	270
7.2.6. Прибор контроля УЗО АСТРО*ПРОФИ . . . . .	274
7.3. Типичные ошибки при монтаже УЗО . . . . .	276
7.4. Эксплуатационный контроль УЗО . . . . .	278
7.5. Анализ причин срабатывания УЗО и алгоритм поиска неисправности в электроустановке . . . . .	280
7.6. Порядок контроля УЗО при сертификации электроустановок	282
7.6.1. Проверка технической документации на УЗО . . . . .	282
7.6.2. Проверка правильности выбора места установки и параметров УЗО в схеме электроустановки . . . . .	283
7.6.3. Проверка правильности монтажа УЗО . . . . .	284
7.6.4. Проверка работоспособности УЗО . . . . .	284
7.6.5. Меры безопасности . . . . .	285
7.6.6. Документальное оформление контроля УЗО (протокол) . . . . .	285
7.7. Приемосдаточные и сертификационные испытания УЗО	288
7.7.1. Требования стандартов по испытаниям УЗО . . . . .	288
7.7.2. Испытания электрической прочности изоляции УЗО	292
7.7.3. Испытания функциональных характеристик УЗО . . . . .	294
<b>8. КОНТРОЛЬ ИЗОЛЯЦИИ, ОБНАРУЖЕНИЕ ЕЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ . . . . .</b>	<b>299</b>
<b>9. ПРИНЦИПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ . . . . .</b>	<b>309</b>
9.1. Общие положения . . . . .	309
9.2. Зоны защиты от воздействия молнии . . . . .	310
9.3. Испытательные импульсы . . . . .	313

9.4. Устройства защиты от перенапряжений . . . . .	320
9.5. Технические параметры устройств защиты от перенапряжений . . . . .	324
9.6. Ограничитель перенапряжений АСТРО*ОПН-12/0,4 . . .	327
9.7. Устройство защиты от перенапряжений АСТРО*УЗП-8/D	334
<i>Приложение 1. Перечень зданий, сооружений и предприятий, электроустановки которых сертифицируются согласно Прави- лам «Системы сертификации электроустановок зданий». .</i>	338
<i>Приложение 2. Схемы электрических сетей с примерами повреждений, учитываемыми при выборе и обосновании мер защиты от поражения электрическим током при наличии неисправности (по ГОСТ Р МЭК 61140-2000, Приложение В) . . . . .</i>	340
<i>Приложение 3. Проверка работы УЗО по ГОСТ Р 50571.16-99</i>	347
<i>Приложение 4. Учебный лабораторный стенд «Устройства защитного отключения» . . . . .</i>	351
Список литературы . . . . .	356