

А. В. Сакара

ИСПЫТАНИЯ НИЗКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И АППАРАТОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК



Негосударственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Московский институт
энергобезопасности и энергосбережения

А. В. Сакара

ИСПЫТАНИЯ НИЗКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И АППАРАТОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Учебное пособие
для студентов, обучающихся по направлению
«Электроэнергетика», «Электротехника»
профиль: «Электроснабжение»

Москва 2015

ББК 31.26-07
С15
УДК 621.31.018(075)

Сакара А. В. Испытания низковольтного оборудования и аппаратов электроустановок / Под ред. В. М. Гордиенко – М.: МИЭЭ, 2015. -- 224 с.

Учебное пособие написано на основе требований нормативных документов, регламентирующих организацию, объем и формы испытаний электрооборудования и электроустановок. Пособие большей частью ориентировано на присмо-слаточные, сертификационные и профилактические испытания электроустановок жилых и общественных зданий. Вместе с тем рекомендации могут быть использованы для испытаний отдельных видов оборудования сетевых и промышленных электроустановок.

Книга будет полезна персоналу электроиспытательных и электроизмерительных лабораторий и может послужить основой разработки рабочих методик испытаний и измерений параметров электрооборудования, а также может быть использована преподавателями и слушателями курсов профессиональной переподготовки «Эксплуатация электроустановок и диагностика электрооборудования» и при подготовке электротехнического персонала к проведению испытаний оборудования электроустановок.

Автор: кандидат технических наук **Сакара Александр Васильевич**.
Под редакцией кандидата технических наук, доцента **Гордиенко Валерия Михайловича**.

Все предложения и замечания по настоящему изданию направлять по адресу: 105043, Москва 4-я Парковая ул., д. 27

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
I. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ	5
1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ	5
2. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	6
3. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗМЕРЕНИЯМ. УЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ	7
4. ПРИМЕРЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	11
4.1. Измерение сопротивления изоляции электропроводки	11
4.2. Измерение дифференциального отключающего тока УЗО и токов утечки групповых линий сети	11
4.3. Измерение тока однофазного замыкания на корпус электроприемника	12
II. ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ СМОНТИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	14
1. ЦЕЛЬ ПРОВЕРКИ	26
2.1. Порядок проведения проверки	26
3. ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И НОРМИРУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	26
3.1. Заземляющие устройства и системы уравнивания потенциалов	26
3.2. Система молниезащиты	34
3.3. Щитовые помещения	40
3.4. Распределительные устройства	40
3.5. Устройства автоматического включения резервного питания	47
3.6. Вторичные цепи	47
3.7. Измерительные трансформаторы	47
3.8. Приборы учета электроэнергии	48
3.9. Аппараты защиты	48
3.10. Электропроводки	49
3.11. Кабельные линии внутри зданий	50
3.12. Внутреннее освещение	50
3.13. Рекламное освещение	53
4. УСЛОВИЯ ПРОВЕРКИ	54
5. СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ	55

6. ОБРАБОТКА ДАННЫХ И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕРКИ	55
III. ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ И ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ	59
1. ЦЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ	59
2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	59
2.1. Организационные мероприятия	59
2.2. Технические мероприятия	59
3. НОРМИРУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	60
4. ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ	60
4.1. Общие требования к проведению измерений	60
4.2. Измерение сопротивления заземляющих устройств прибором М416	69
4.3. Измерение сопротивления заземляющих устройств прибором Ф4103-М1	72
4.4. Измерение удельного сопротивления грунта	76
4.5. Проверка цепи между заземленной электроустановкой и элементами заземленной установки (непрерывности защитных проводников)	77
4.6. Измерения сопротивления заземлителей и заземляющих устройств приборами MRU-100 и MRU-101	78
4.7. Оформление результатов измерений	79
IV. ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДОВ, КАБЕЛЕЙ, СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И АППАРАТОВ	84
1. ЦЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ	84
2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	84
2.1. Организационные мероприятия	84
2.2. Технические мероприятия	84
3. НОРМИРУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	85
4. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИБОРЫ	86
5. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	87
5.1. Измерение сопротивления изоляции силовых кабелей и электропроводок	87
5.2. Измерение сопротивления изоляции силового электрооборудования	87
5.3. Порядок проведения измерений прибором ЭСО 202	91

5.4. Порядок проведения измерений прибором МЦ-10	92
5.2. Измерение сопротивлений	93
V. ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК, СИЛОВЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, ВТОРИЧНЫХ ЦЕПЕЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ПОВЫШЕННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ	99
1. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ	99
2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	99
2.1. Организационные мероприятия	99
2.2. Технические мероприятия	99
3. НОРМИРУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	100
4. СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЙ	102
5. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ	102
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ	104
VI. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ	105
1. ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ	105
1.1. Однофазные повреждения	105
1.2. Междофазные повреждения	105
1.3. Разрыв (растяжка) жил кабельных линий	105
1.4. Предварительное определение вида повреждения кабельных линий	106
2. ПРОЖИГАНИЕ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЕЙ	106
2.1. Прожигание изоляции кабельных муфт	107
2.2. Прожигание изоляции кабеля	108
2.3. Разрушение металлического сляя (сварки) при однофазных повреждениях	110
3. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЯ ДО МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ (ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ)	111
3.1. Импульсный метод	111
3.2. Метод колебательного разряда	113
3.3. Волновой метод	115
3.4. Петлевой метод	118
4. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ТРАССЕ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ	119
4.1. Акустический метод	119
4.2. Индукционно-импульсный метод	122

4.3. Индукционный метод	123
4.3.1. Определение трассы кабельной линии	123
4.3.2. Определение глубины прокладки кабельной линии	126
4.3.3. Определение искомого кабеля в пучке кабелей	127
4.3.4. Определение места междуфазного повреждения кабельной линии	127
4.3.5. Определение однофазных повреждений кабеля (метод «аномалии нуля»)	130
5. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ	131
6. ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ	132
VII. ИСПЫТАНИЯ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ	138
1. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ	138
2. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ	138
3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	138
4. НОРМИРУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	138
5. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИБОРЫ	140
6. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ	140
6.1. Проверка технической документации	140
6.2. Проверка правильности установки УЗО в схеме электроустановки	141
6.3. Проведение испытаний УЗО	141
7. ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СХЕМА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УЗО	142
8. ПРОВЕРКА УЗО С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРОВ СЕРИИ «MRP» (MRP-110, MRP-120, MRP-200)	144
9. ПРОВЕРКА УЗО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА «ВЕГА-500»	145
9.1. Технические характеристики.	145
9.2. Устройство и принцип работы прибора	145
9.3. Подготовка к работе и проведение измерений	147
VIII. ИСПЫТАНИЯ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ РОЗЕТОК И ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ ПОДВЕШИВАНИЯ СВЕТИЛЬНИКОВ	153
1. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ	153
2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	153
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	153

4. НОРМИРУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	153
5. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	154
6. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ	154
7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	154
IX. ПРОВЕРКА СОГЛАСОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦЕПИ	
«ФАЗА-НУЛЬ» С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ	
ЗАЩИТНЫХ АППАРАТОВ	158
1. ЦЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ	158
2. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ	158
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	158
4. НОРМИРУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	159
5. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИБОРЫ	161
6. ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ	
ПЕТЛИ «ФАЗА-НУЛЬ»	161
6.1. Измерение с использованием отдельного источника	
питания	161
6.2. Измерение при наличии напряжения питающей сети	
(прибором М-417)	166
7. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКОВ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ	169
7.1. Порядок проведения измерений	169
7.2. Оценка качества монтажа сетей по результатам	
измеренных параметров цепи «фаза-нуль»	176
8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ	179
X. ИСПЫТАНИЯ РАСЦЕПИТЕЛЕЙ АВТОМАТИЧЕСКИХ	
ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ	183
1. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ	183
2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	183
2.1. Организационные мероприятия	183
2.2. Технические мероприятия	183
3. НОРМИРУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	184
3.1. Защита от поражения электрическим током	184
4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ	184
4.1. Общие сведения. Схемы испытаний	
и нагрузочные устройства	184
4.2. Технические характеристики устройств «Сатурн-М»,	
«Сатурн-М1»	188
4.3. Технические характеристики комплекта НТИ-1	
с РТ 2048М	189
4.4. Технические характеристики комплекта НТИ-10 с РТ 2048	190

4.5. Проверка тепловых и электромагнитных расцепителей выключателей бытового и аналогичного назначения	191
4.6. Проверка расцепителей выключателей, не относящихся к категории «бытового и аналогичного назначения» (по ГОСТ Р 50030.2-2010)	192
4.6.1. Проверка расцепителей перегрузки	192
4.6.2. Проверка расцепителей короткого замыкания	194
4.6.3. Оформление результатов испытаний	194
XI. ИСПЫТАНИЯ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ (АВР)	197
1. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ	197
2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	197
2.1. Организационные мероприятия	197
2.2. Технические мероприятия	197
3. НОРМИРУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	197
4. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	198
5. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ	198
5.1. Принцип действия АВР	198
5.2. Порядок проведения испытаний	200
5.3. Проверка работоспособности	200
5.4. Проверка напряжения срабатывания	201
5.5. Проверка времени срабатывания	202
5.5.1 Проверка времени переключения шин с основного ввода на резервный	202
5.5.2 Проверка времени отключения основного ввода	203
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ	204
XII. ИСПЫТАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА ДО 1000 В	207
1. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ	207
2. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	207
3. ПРОВЕРКА КОЭФФИЦИЕНТА ТРАНСФОРМАЦИИ	207
3.1. Нормируемые величины	207
3.2. Измерительные схемы	209
3.3. Проведение измерений	211
4. ПРОВЕРКА ХАРАКТЕРИСТИКИ НАМАГНИЧИВАНИЯ	213
5. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ	213
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	213
Список использованной литературы	216