

Р.Н.КАРЯКИН

доктор техн. наук, профессор

НОРМЫ УСТРОЙСТВА СЕТЕЙ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Москва

2002

БКЗ 31.261-04
К 27
УДК 621.316.99

Автор: доктор технических наук, профессор Карякин Рудольф Николаевич

Нормы относятся к заземляющим устройствам электроустановок напряжением до 1 кВ и выше. Настоящее 3-е издание Норм, являясь технологическим дополнением главы 1.7 «Заземление и защитные меры электробезопасности» Правил устройства электроустановок (ПУЭ), соответствует требованиям стандартов Международной Электротехнической Комиссии (МЭК): 60364-5-54-2001: Earthing arrangements protective conductors and equipotential bonding и 61024-1-2001: Protection of structures against fire, explosion and life hazards (Lightning Protection).

По сравнению с предыдущим 2-м изданием объем книги увеличен более чем вдвое за счет добавления новых нормативных материалов.

Книга адресована инженерам (электротехникам, электроэнергетикам, электромонтажникам, строителям), мастерам, бригадиром, техникам, рабочим-электромонтажникам, связанным с проектированием, монтажом, испытаниями, сертификацией, энергонадзором, ремонтом, реконструкцией и эксплуатацией электроустановок.

ISBN 5-900835-44-8

Все предложения и замечания по настоящему изданию прошу направлять по адресу: 109147, Москва, а/я №3, ЗАО «Энергосервис».

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть напечатана или переведена на любой язык или воспроизведена в какой бы то ни было форме любыми средствами копирования или сохранения информации без письменного разрешения издательства ЗАО «Энергосервис».

ISBN 5-900835-44-8

© ЗАО «Энергосервис», 2002

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ К 3-МУ ИЗДАНИЮ.....	10
ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ.....	11
ВВЕДЕНИЕ.....	12
ГЛАВА 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ТЕРМИНОЛОГИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ, СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ.....	15
1.1. Область применения, терминология, классификация.....	15
1.2. Системы заземления электроустановок.....	32
1.3. Общие требования электробезопасности электроустановок.....	40
<i>Основное правило устройства электроустановок.....</i>	<i>40</i>
<i>Заземление электроустановок.....</i>	<i>43</i>
<i>Заземление электрооборудования, установленного на опорах ВЛ.....</i>	<i>43</i>
<i>Заземление опор ВЛ.....</i>	<i>44</i>
<i>Использование естественных заземляющих устройств.....</i>	<i>45</i>
<i>Объединение заземляющих устройств.....</i>	<i>46</i>
<i>Удельное сопротивление земли.....</i>	<i>46</i>
<i>Режим нейтрали электроустановок до 1 кВ.....</i>	<i>46</i>
<i>Заземление и устройства защиты.....</i>	<i>47</i>
<i>Применение электроустановок до 1 кВ с изолированной нейтралью.....</i>	<i>47</i>
<i>Заземление электроустановок выше 1 кВ с изолированной нейтралью.....</i>	<i>47</i>
<i>Применение УЗО-Д в качестве дополнительной защиты в электроустановках до 1 кВ.....</i>	<i>48</i>
<i>Защита сети до 1 кВ с изолированной нейтралью.....</i>	<i>48</i>
ГЛАВА 2. УРАВНИВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ.....	49
2.1. Общие требования.....	49
<i>Объединение с основной системой уравнивания потенциалов.....</i>	<i>49</i>
<i>Применение сторонних проводящих частей для уравнивания потенциалов.....</i>	<i>50</i>

Заземление и зануление открытых проводящих частей.....	50
Электромагнитная совместимость.....	53
Меры снижения электромагнитных влияний.....	53
Особенности защиты устройства передачи информации.....	55
2.2. Информационно-технологические установки.....	60
Главный заземляющий зажим.....	67
Электромагнитная несовместимость информационно-технологических установок и PEN - проводников зданий.....	70
Уравнивание потенциалов.....	71
Рабочие заземляющие проводники.....	71
Объединение рабочих заземляющих и защитных проводников.....	71
Сигнальные соединения.....	72
Способы заземления и уравнивания потенциалов для обеспечения электромагнитной совместимости.....	72
Дополнительные требования для оборудования с токами утечки, превышающими 3,5 мА.....	73
Дополнительные требования для электроустановок, питающих оборудование с токами утечки, превышающими 10 мА.....	74
Защитные проводники увеличенного сечения.....	74
Дополнительные требования для системы ТТ.....	76
Дополнительные требования для системы IT.....	76
Требования к системе уравнивания потенциалов с низкими помехами.....	77
ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1 КВ СЕТИ С ЭФФЕКТИВНО ЗАЗЕМЛЕННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ.....	78
Принцип нормирования.....	78
Напряжение на заземляющем устройстве.....	78
Сопротивление заземляющего устройства.....	78
Выравнивание потенциалов.....	79
Напряжение прикосновения.....	80
Размещение горизонтальных заземлителей.....	81
Дополнительные требования к конструктивному выполнению заземляющего устройства.....	81
Внешняя ограда.....	82
Выравнивание потенциалов.....	83
Вынос потенциала.....	84

ГЛАВА 4. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1 КВ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ.....	85
Принцип нормирования.....	85
Напряжение на заземляющем устройстве.....	85
Сопротивление заземляющего устройства.....	85
Напряжение прикосновения.....	85
Устройство для быстрого отыскания замыкания на землю.....	86
Время действия защиты.....	87
Расчетный ток при повреждении.....	87
Выравнивание потенциала.....	88
ВЛ напряжением 3 - 35 кВ.....	88
ГЛАВА 5. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ СЕТИ С ЗАЗЕМЛЕННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ (СИСТЕМА TN).....	90
Заземление нейтрали.....	90
PEN-проводник.....	91
Устройства защиты.....	92
Применение защиты, реагирующей на дифференциальный ток.....	92
Характеристики устройств защиты.....	93
Использование проводящих частей в качестве PEN-проводника.....	94
Дополнительная защита от сверхтока.....	95
Сопротивление заземлителя нейтрали.....	95
Повторное заземление PEN-проводника.....	96
Предельно допустимые перенапряжения.....	97
ГЛАВА 6. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ (СИСТЕМА IT).....	98
Заземление открытых проводящих частей.....	98
Сопротивление заземляющего устройства.....	98
Условия отключения питания при втором замыкании.....	99
ГЛАВА 7. ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ И НУЛЕВЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПРОВОДНИКИ (РЕ- И PEN-ПРОВОДНИКИ).....	101
А. Защитные проводники.....	101
Специальные проводники.....	101
Использование проводящих частей в качестве РЕ- и PEN-проводников.....	101

<i>Использование проводящих частей в качестве единственных РЕ-проводников</i>	102
<i>Использование сторонних проводящих частей и открытых проводящих частей в качестве PEN-проводников</i>	102
<i>Доступность для осмотра</i>	103
<i>Наименьшие размеры заземляющих проводников</i>	103
<i>Площадь поперечного сечения защитных проводников</i>	104
<i>Сечение заземляющих проводников в электроустановках выше 1 кВ с эффективно заземленной нейтралью</i>	110
<i>Сечение заземляющих проводников в электроустановках выше 1 кВ с изолированной нейтралью</i>	111
<i>Проводимость нулевого защитного проводника</i>	111
<i>Учет проводимости проводящих частей, шунтирующих четвертую жилу кабеля</i>	111
<i>Обеспечение непрерывности электрической цепи, образованной сторонними проводящими частями</i>	112
<i>Изоляция PEN-проводников</i>	112
<i>Разъединяющие приспособления и предохранители в цепи PEN-проводников</i>	114
<i>Требования к прокладке защитных проводников</i>	114
Б. Соединение и присоединение заземляющих и нулевых защитных проводников (РЕ- и PEN-проводников)	115
<i>Главный заземляющий зажим</i>	115
<i>Требования к контактному соединению заземляющего проводника и заземлителя</i>	116
<i>Соединение защитных проводников</i>	116
<i>Обеспечение непрерывности электрической цепи при использовании сторонних проводящих частей в качестве PEN-проводников</i>	117
<i>Создание объединяющего контура с использованием сторонних проводящих частей</i>	117
<i>Соединение открытых проводящих частей</i>	118
<i>Места и способы соединения заземляющих и защитных проводников</i>	119
<i>Использование естественных контактов</i>	119
<i>Штенсельные соединители для переносных электроприемников</i>	120
<i>Присоединение защитных проводников к сторонним проводящим частям</i>	121

<i>Монтаж заземляющих и нулевых защитных проводников</i>	121
ГЛАВА 8. УСТРОЙСТВО ЗАЕМЛИТЕЛЕЙ	133
<i>Естественные заземлители</i>	133
<i>Предельно допустимые токи заземлителя</i>	134
<i>Обходные защитные проводники</i>	135
<i>Предельно допустимая плотность тока, стекающего с арматуры железобетонного фундамента</i>	135
<i>Использование железобетонных фундамента в качестве заземлителей в агрессивных средах</i>	137
<i>Искусственные заземлители</i>	138
<i>Расчет сопротивления контурного заземлителя</i>	142
<i>Сопротивление одиночных заземлителей</i>	143
<i>Удельное сопротивление земли</i>	143
<i>Монтаж заземлителей</i>	148

ГЛАВА 9. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ В РАЙОНАХ С УДЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ГОРНЫХ ПОРОД БОЛЕЕ 500 ОМ·М	156
<i>Использование естественных протяженных заземлителей</i>	156

ГЛАВА 10. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ЗАЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ	158
10.1. Распределительные устройства.....	158
10.2. Кабельные сети.....	161
10.3. Воздушные линии электропередачи.....	162
10.4. Электрические машины.....	165
10.5. Отдельные аппараты, щитки, шкафы и ящики с электрооборудованием напряжением до 1 кВ.....	166
10.6. Передвижные электроустановки.....	167
10.7. Краны.....	172
10.8. Лифты.....	173
10.9. Переносные электроприемники.....	175
10.10. Электрическое освещение.....	176
<i>Общие требования</i>	176
<i>Выполнение и защита осветительных сетей</i>	178
<i>Защитные меры безопасности</i>	179
<i>Внутреннее освещение. Общие требования</i>	181

<i>Выполнение и защита сетей наружного освещения</i>	181	Б. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ	218
<i>Осветительные приборы</i>	182	В. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИКОСНОВЕНИЯ	224
<i>Электроустановочные устройства</i>	182	ГЛАВА 12. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ	233
10.11. Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий.....	183	Послесловие	234
<i>Определения</i>	183	Список действующих нормативных документов	235
<i>Общие требования. Электроснабжение</i>	184	<i>Стандарты Международной Электротехнической Комиссии (IEC), относящиеся к устройству электроустановок зданий</i>	236
<i>Электропроводки и кабельные линии</i>	184	<i>Стандарты Международной Электротехнической Комиссии (IEC), относящиеся к устройству специальных электро- установок</i>	237
<i>Внутреннее электрооборудование</i>	186	Дополнительная литература	238
<i>Защитные меры безопасности</i>	187		
5.3. Помещения, содержащие ванну или душ.....	190		
<i>Общие характеристики</i>	191		
<i>Требования по обеспечению безопасности</i>	191		
<i>Выбор и монтаж электрооборудования</i>	192		
5.4. Помещения, содержащие нагреватели для саун.....	196		
<i>Требования по обеспечению безопасности</i>	197		
<i>Выбор и монтаж электрооборудования</i>	197		
5.5. Стесненные помещения с проводящим полом, стенами и потолком.....	199		
10.14. Электроустановки зрелищных предприятий, клубных учрежде- ний и спортивных сооружений.....	201		
5.15 Выставки, шоу и стенды.....	203		
<i>Общие характеристики</i>	204		
<i>Дополнительные уравнивающие проводники</i>	205		
<i>Отделение</i>	205		
<i>Защита от поражения электрическим током в нормальных режимах</i>	206		
<i>Защита от поражения электрическим током в случаях повреждения</i>	206		
<i>Выбор защитных мер в зависимости от внешних воздействий</i> ..	206		
<i>Система электропроводок</i>	207		
<i>Низковольтный генераторный агрегат</i>	207		
10.17. Взрывоопасные зоны.....	207		
10.18. Молниезащита.....	210		
ГЛАВА 11. ПРОВЕРКА, ИСПЫТАНИЯ И СДАЧА РАБОТ	215		
А. ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗЕМЛИ.....	215		