

УДК 621.31:658.382.3(076.5)
ББК 31.221.4я73
П 68

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ (протокол №4 от 31.05.2021 г.).

Рецензенты: **Чернов Д.В.** — канд. техн. наук, инженер-проектировщик I категории сектора первичных соединений ЗАО "ЭЛЕКТРОСЕТЬПРОЕКТ"; **Очиров В.Д.** — канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой "Энергообеспечение и теплотехника" ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ.

Иванов Д.А.

П 68 Практикум по проведению измерений электрических параметров электроустановок на демонстрационных стендах фирмы SONEЛ / Д.А. Иванов, Г.В. Лукина, С.В. Подъячих [и др.]; Иркут. гос. аграрн. ун-т им. А.А.Ежевского. — М.: ООО "Издательско-книготорговый центр Колос-с", 2022. — 160 с. — (Адаптивные технологии в агропромышленном комплексе). ISBN 978-5-00129-267-8

Практикум включает методику, измерение параметров электрической сети и практическое решение задач по дисциплине "Электробезопасность" и другим дисциплинам, связанным с электрическими измерениями в электроэнергетических системах. Рассмотрены методы измерения и расчета защитного заземления и зануления, приведены методика и последовательность их расчетов. Представлены задачи для более глубокого изучения отдельных разделов электробезопасности. Предусматривается решение задач в аудитории под руководством преподавателя, а также самостоятельно при работе над курсом. Дополнительно приводится информация из руководства по эксплуатации по проведению электрических измерений параметров на демонстрационных стендах фирмы SONEЛ.

Практикум может применяться студентами вузов, техникумов и колледжей других электроэнергетических специальностей и направлений. Так же может быть полезен для специалистов в области электроэнергетики.

УДК 621.31:658.382.3(076.5)
ББК 31.221.4я73

ISBN 978-5-00129-267-8

© Иванов Д.А., Лукина Г.В., Подъячих С.В.,
Федоринова Э.С., Якупова М.А., 2022
© Издательско-книготорговый центр "Колос-с", 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	4
Глава 1. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ	8
1.1 Основные причины электротравматизма	8
1.2 Действие электрического тока на организм человека	10
1.3 Основные факторы, влияющие на исход поражения электрическим током	12
1.4 Причины поражения электрическим током	20
1.5 Растекание тока в земле. Напряжение шага. Напряжение прикосновения.....	21
Глава 2. ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НА ДЕМОНСТРАЦИОННОМ СТЕНДЕ ДВ-1	28
2.1 Общая характеристика демонстрационного стенда ДВ-1	28
2.2 Практическая работа 1. Измерение сопротивления петли короткого замыкания.....	31
2.3 Практическая работа 2. Измерение параметров выключателей дифференциального тока (УЗО)	34
2.4 Практическая работа 3. Измерение сопротивления заземлителей....	37
2.5 Практическая работа 4. Измерения удельного сопротивления грунта	45
2.6 Практическая работа 5. Измерение сопротивления соединений выравнивания потенциалов	47
2.7 Практическая работа 6. Измерение сопротивления изоляции.....	50
Глава 3. ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НА ДЕМОНСТРАЦИОННОМ СТЕНДЕ ТЕ-30	53
3.1 Общая характеристика демонстрационного стенда ТЕ-30 - измерителя параметров заземляющих устройств	53
3.1.1 Основные характеристики прибора	54
3.1.2 Дополнительные технические характеристики прибора.....	56
3.2 Методы измерения сопротивления заземляющих устройств	57
3.2.1 Общие требования	57
3.2.2 Метод измерения сопротивления заземляющего устройства по РД 153-34.0-20.525-00	59
3.2.3 Метод измерения сопротивления заземляющего устройства по ГОСТ Р 50571.16-2007	61
3.2.4 Метод измерения сопротивления заземляющего устройства, рекомендованный Sonel.....	62
3.2.5 Метод измерения с токоизмерительными клещами С-3 (не входят в стандартную комплектацию)	63

3.2.6 Метод измерения с помощью двух клещей С-3 и N-1 (не входят в стандартную комплектацию).....	63
3.3 Проверка наличия цепи между заземлёнными установками и элементами заземлённой установки.....	66
3.3.1 Защитные проводники (РЕ-проводники).....	67
3.3.2 Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники (PEN-проводники).....	68
3.3.3 Проводники системы уравнивания потенциалов.....	69
3.3.4 Главная заземляющая шина	69
3.3.5 Система уравнивания потенциалов.....	69
3.4 Подготовка прибора к работе	71
3.4.1 Настройка измерителя	71
3.4.2 Питание измерителя.....	73
3.5 Измерение параметров сопротивления заземляющих устройств	75
3.5.1 Измерение сопротивления заземления 3-х-проводным методом (Зр).....	75
3.5.2 Измерение сопротивления заземления 4-х-проводным методом (4р).....	78
3.5.3 Измерение сопротивления заземления 3-х-проводным методом + клещи (Зр+клещи).....	81
3.5.4 Измерение сопротивления методом двух клещей	85
3.6 Проверка наличия цепи между заземленными установками и элементами заземленной установки.....	86
3.6.1 Компенсация сопротивления измерительных проводников (калибровка).....	86
3.6.2 Измерение сопротивления проводников присоединения к земле и выравнивания потенциалов	88
3.7 Требования при проведении измерений.....	89
3.8 Рекомендуемые формы протоколов	95

Глава 4. ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НА ДЕМОНСТРАЦИОННОМ СТЕНДЕ ТМ 2501

4.1 Общая характеристика демонстрационного стенда ТМ 2501-измерителя параметров сопротивления электроизоляции.....	99
4.2 Основные виды испытаний и характеристик измеряемых параметров.....	101
4.2.1 Измерение сопротивления изоляции проводов, кабелей и обмоток электрических машин	101
4.2.2 Методы измерения	102
4.2.3 Проверка наличия цепи между заземлёнными установками и элементами заземлённой установки	108
4.2.3.1 Защитные проводники (РЕ-проводники)	108
4.2.3.2 Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники (PEN-проводники).....	109
4.2.3.3 Проводники системы уравнивания потенциалов	110
4.2.3.4 Главная заземляющая шина	110
4.2.3.5 Система уравнивания потенциалов.....	111
4.3 Основные технические характеристики прибора.....	112
4.3.1 Измерение сопротивления изоляции.....	112

4.3.2 Измерение сопротивления защитных и выравнивающих потенциал соединений током ± 200 мА.....	113
4.4 Подготовка прибора к работе	114
4.4.1 Настройка измерителя	114
4.4.2 Питание измерителя.....	115
4.5 Измерение сопротивления изоляции проводов, кабелей и обмоток электрических машин	116
4.5.1 Двухпроводный метод измерения	117
4.5.2 Трехпроводный метод измерения.....	121
4.6 Проверка наличия цепи между заземленными установками и элементами заземленной установки.....	122
4.6.1 Компенсация сопротивления измерительных проводников (калибровка)	122
4.6.2 Измерение сопротивления проводников присоединения к земле и выравнивания потенциалов	123
4.7 Требования при проведении измерений.....	124
4.8 Рекомендуемые формы протоколов	129
Глава 5. ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ПРИБОРОМ ТС-20.....	133
5.1 Общая характеристика прибора для измерения петли короткого замыкания ТС-20	133
5.2 Основные виды испытаний и характеристик измеряемых параметров прибором ТС-20	136
5.2.1 Проверка цепи "фаза-ноль" в электроустановках до 1000В с системой TN	136
5.2.2 Метод измерения	139
5.2.3 Средства измерения	140
5.2.4 Схемы измерения	141
5.3 Подготовка прибора к работе	142
5.4 Измерение параметров петли короткого замыкания.....	143
5.5 Требования при проведении измерений.....	147
5.6 Рекомендуемые формы протоколов	152
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	154
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	155