МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

И.В. ЕФРЕМОВ, Л.Г. ПРОСКУРИНА,
В.М. ВОРОНОВА, В.А. ГРУЗИНЦЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К
ПРАКТИЧЕСКИМ И ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2006

УДК 355.58 (07)
ББК 68.9 Я73
И 88

Рецензент
кандидат технических наук В. А. Василенко

И 88 **Исследование сопротивления заземляющего устройства: методические указания к практическим и лабораторным работам / И.В. Ефремов, Л.Г. Проскурина, В.М. Воронова, В.А. Грузинцева. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. – 19 с.**

Методические указания предназначены для проведения лабораторных и практических занятий со студентами неэлектрических специальностей, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности».

Методические указания включают теоретический материал, описание методик расчета и выполнения работ и задания.

ББК 68.9 Я 73

© Ефремов И.В.,
Проскурина Л.Г.,
Воронова В.М.,
Грузинцева В.А., 2006
© ГОУ ОГУ, 2006

Содержание

Введение..... 5
1 Практическое занятие №1 Расчет защитного заземления..... 8
2 Лабораторная работа №1 Измерение сопротивления заземляющего устройства растеканию тока..... 11
Список использованных источников..... 15
Приложение А..... 16
Приложение Б..... 17
Приложение В..... 18
Приложение Г..... 19
Приложение Д..... 20

Содержание

Введение…..…….…….…...4

1 Практическое занятие №1. Расчет защитного заземления……...…7

2 Лабораторная работа №1. Измерение сопротивления заземляющего устройства растеканию тока…….10

Список использованных источников……..……...…..14

Приложение А. Таблица А.1 - Значения коэффициентов сезонности по климатическим зонам…….…...15

Приложение Б. Таблица Б.1 - Удельное сопротивление грунта растеканию тока…….....……16

Приложение В. Номограмма для определения сопротивления трубчатого заземлителя…….....……17

Приложение Г. Коэффициенты использования (экранирования) заземлителей…….....……...18

Приложение Д. Таблица Д.1 - Варианты к расчету…….....19

Введение

При повреждении изоляции обмоток машин и аппаратов на производстве их металлические корпуса могут электрически соединяться с токоведущими частями установки. При этом если человек, стоящий на земле, прикоснется к корпусу поврежденного аппарата, образуется замкнутая цепь, и по человеку пойдет ток, способный в некоторых случаях вызывать тяжелые поражения. При этом электрический ток воздействует на организм человека как местно с повреждением тканей, так и рефлекторно – через нервную систему. Возможные последствия поражения зависят от многих факторов, а именно:

а) от параметров электрической цепи – напряжения, величины сопротивления человеческого тела, величины тока, частоты тока, рода тока;

б) от пути прохождения тока через тело человека;

в) от времени воздействия тока на тело человека;

г) от окружающих условий (температура, влажность, атмосферное давление, материал полов) и ряда других физических и физиологических факторов.

Величина напряжения, воздействию которого подвергается человек, существенно влияет на величину тока поражения. Однако между этими величинами нет пропорциональной зависимости. Это объясняется, с одной стороны, нелинейностью электрического сопротивления тела человека, с другой – биофизическими процессами, сопровождающими протекание тока. От величины напряжения зависит возможность пробоя кожи, особенно её верхнего, рогового слоя, последствием чего является резкое снижение общего сопротивления тела.

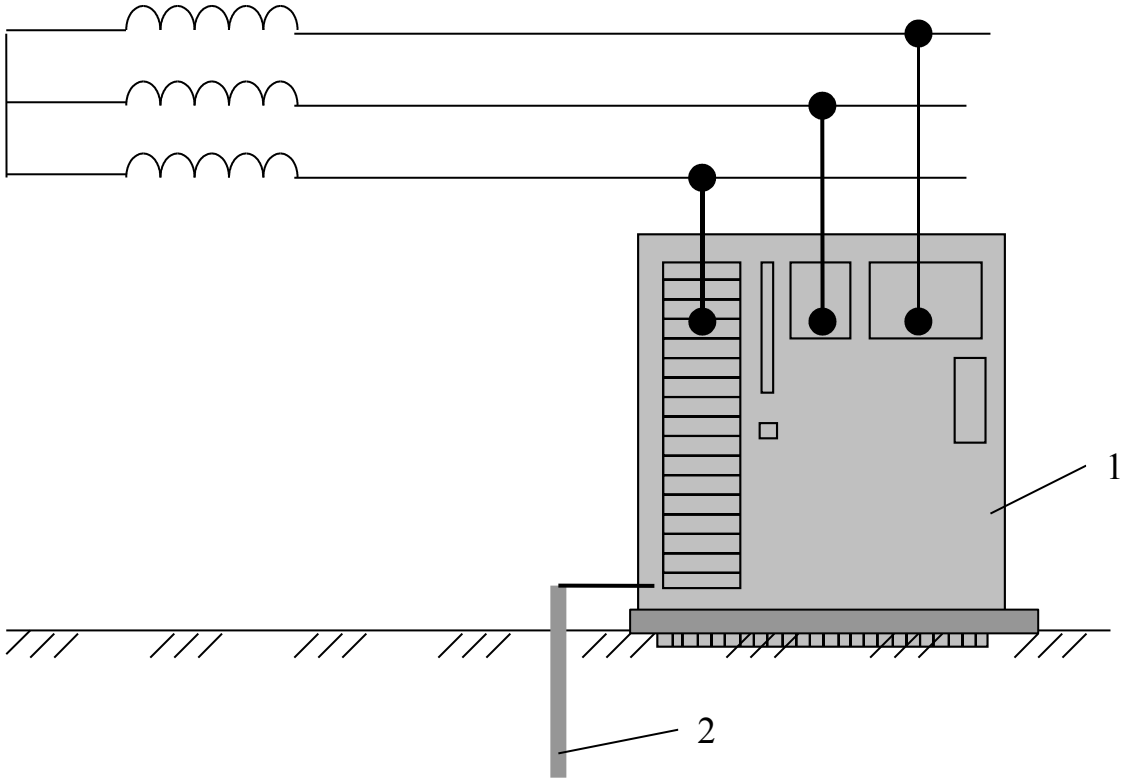
Напряжение, под которым может оказаться человек, прикоснувшийся к корпусу поврежденного аппарата, называют **напряжением прикосновения**. Для уменьшения напряжения прикосновения все металлические корпуса оборудования, которые могут случайно оказаться под напряжением, электрически соединяют с землей (присоединяют к так называемой системе защитного заземления) [1].

Под **защитным заземлением** понимается соединение металлических частей электрической установки, которая случайно может оказаться под напряжением с землей посредством заземляющих проводников или заземлителей с целью создания между корпусом защищаемого устройства и землей электрической цепи с достаточно малым сопротивлением (рисунок 1). Назначение защитного заземления – снижать напряжение прикосновения до безопасных значений.

В качестве защитного заземления в первую очередь следует использовать естественные заземлители в виде проложенных под землей металлических коммуникаций (за исключением трубопроводов для горючих и взрывчатых веществ), металлических конструкций зданий, соединенных с землей, свинцовых оболочек кабелей. В последние годы в качестве естественных

заземлителей начали использовать железобетонные фундаментные элементы опор воздушных линий электропередач. Благодаря капиллярному подсосу влаги защитный слой бетона этих конструкций обретает проводимость, близкую к проводимости окружающих слоев земли, что обеспечивает стабильное значение сопротивления растеканию тока металлической арматуры играющей роль заземлителя опоры.

Когда естественные заземлители отсутствуют или их использование не дает нужных результатов, применяют искусственные заземлители – стержни из угловой стали размером 50х50х5; 60х60х6; 75х75х8 и длиной 2,5 м или газовые трубы диаметром 50 мм, длиной 2,5 м. Заземлители забивают в ряд или по контуру на такую глубину, при которой от верхнего конца заземлителя до поверхности земли остается 0,5 – 0,8 м. Расстояние между трубами или стержнями должно быть не менее 2,5-3 м. Для соединения стержней и труб между собой применяют стальные полосы толщиной не менее 4 мм и сечением не менее 48 мм^2 или стальной провод диаметром не менее 6 мм. Обычно применяют стальные полосы размером 25х4 мм. Полосы соединяют со стержнем сваркой. В случае замыкания фазы на корпус оборудования токи утечки равномерно распределяются между всеми заземлителями контура заземляющего устройства [2].



1 - заземленное оборудование ;
2 – заземлитель защитного заземления.

Рисунок 1 - Принципиальная схема защитного заземления в сети с

изолированной нейтралью напряжением до 1000 В

Заземляющее устройство – это совокупность конструктивно объединенных заземляющих проводников и заземлителя [3].

Область применения защитного заземления: трехфазные трехпроводные сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В и сети напряжением выше 1000 В переменного и постоянного тока с любым режимом нейтрали или средней точки обмоток источника.

Согласно требованиям ГОСТ 12.1.030-81 и правил устройства электроустановок, сопротивление заземляющего устройства в электроустановках напряжением до 1000 В должны составлять не более 10 Ом при мощности генератора (трансформатора) до 100 КВ.А и не более 4 Ом при мощности больше 100 КВ.А. [4]. В электроустановках напряжением более 1000 В сопротивление заземляющего устройства принимают в зависимости от тока замыкания.

Для зеземления электроустановок различных назначений и напряжений в большинстве случаев делают одно общее заземление, удовлетворяющее требованиям той установки, для которой сопротивление получается наименьшим.

Сопротивление заземляющего устройства складывается из сопротивления заземлителя, заземляющих проводников и сопротивления грунта растеканию тока. Так как сопротивления заземлителя и заземляющих проводников весьма малы, то под сопротивлением заземления понимают сопротивление грунта растеканию тока.

Удельное сопротивление грунта растеканию тока в силу влияния различных факторов (температура, влажность, состав земли и т.п.) колеблется в широких пределах (приложение Б), в связи с этим в расчетах сопротивления заземляющего устройства вводится поправочный коэффициент сезонности (приложение А), который учитывает возможное повышение сопротивления заземления в течение года [2,6].

При растекании тока от каждого заземлителя на поверхности почвы происходит распределение потенциалов по закону гиперболы. В результате наложения потенциалов ординаты гипербол от смежных заземлителей складываются, происходит относительное выравнивание потенциалов в защищаемой зоне, ограниченной наружным контуром заземления, и одновременно уменьшаются напряжения прикосновения до безопасных значений. Однако на наружных участках подхода к зоне со всех её сторон может оставаться крутой спад кривой потенциалов, и человек попадая в эту зону создает замкнутую цепь тока через сопротивление грунта. При этом возникает **шаговое напряжение** – это разность потенциалов точек на поверхности земли, отстоящих одна от другой на расстоянии шага человека, равного 0,8 м. Ток в этом случае проходит от ноги к ноге. Поэтому для обеспечения безопасности контурное заземление ограждается на расстоянии не менее 3 м от краев контура, а проходы в контур делают из асфальта, крупного гравия или базальтового щебня, имеющих малую проводимость.

1 Практическое занятие №1 Расчет защитного заземления

Контурное защитное заземление состоит из одиночных заземлителей, расположенных в несколько рядов или по контуру и электрически соединенных между собой. Такое заземление устраивается на площадке, на которой установлено высоковольтное оборудование.

Цель работы: определить необходимое число вертикальных элементов, длину горизонтальных элементов (соединительных шин), исходя из регламентированных правилами значений допустимых сопротивлений заземления, напряжения прикосновения и шага, максимального потенциала заземлителя или всех указанных величин.

1.1 Описание методики расчета

1.1.1 В соответствии с ПУЭ устанавливается необходимая величина сопротивления заземления Rз.

1.1.2 Определяется расчетное удельное сопротивление грунта с учетом климатического коэффициента:

$$\rho_{РАСЧ} = \rho \cdot K_C, \tag{1.1}$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м (Приложение Б);

K_C – климатический коэффициент сезонности (Приложение А).

1.1.3 Определяют сопротивление искусственного заземления (в том случае, если сопротивление естественных заземлителей превышает норму):

$$R_И = \frac{R_E \cdot R_З}{R_E - R_З}, \tag{1.2}$$

где R_E – сопротивление естественных заземлителей, Ом;

$R_З$ – определенное сопротивление заземления, Ом.

1.1.4 Сопротивление растеканию тока одного заземлителя зависит от удельного сопротивления грунта, глубины забивки и размеров самого заземлителя (трубы). Для одиночного вертикального стержневого заземлителя определяется при помощи номограммы (приложение В) или по формуле:

$$R_{СТ.ОД.} = \frac{\rho_{РАСЧ}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{l}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot H + l}{4 \cdot H - l} \right), \quad (1.3)$$

где $\rho_{РАСЧ}$ – удельное сопротивление грунта, Ом·м;

l – длина заземлителя, м;

d – эквивалентный диаметр стержней;

H – глубина забивки, считая от поверхности земли до середины заземлителя, м.

1.1.5 Для уменьшения экранирования рекомендуется одиночные заземлители располагать на расстоянии не менее 2,5 и 3 м один от другого. Затем определяется ориентировочное число вертикальных заземлителей без учета коэффициента экранирования или коэффициента использования верикальных стержней:

$$n = \frac{R_{СТ.ОД.}}{R_З}, \quad (1.4)$$

где $R_З$ – допустимое сопротивление заземления, Ом.

1.1.6 Установив характер расположения заземлителей (в ряд или контуром), определяют число стержневых заземлителей по формуле:

$$n = \frac{R_{СТ.ОД.}}{R_И \cdot \eta_{СТ}}, \quad (1.5)$$

где $R_И$ – сопротивление искусственных заземлителей, Ом;

$\eta_{СТ}$ – коэффициент использования стержневых заземлителей, зависящий от количества стержней и расстояния между ними (Приложение В).

1.1.7 При устройстве простых заземлителей в виде короткого ряда стержней расчет на этом можно закончить и не определять сопротивление соединительной полосы, поскольку длина её относительно невелика. Но в этом случае фактическая величина сопротивления заземляющего устройства будет несколько завышена. При устройстве контурных заземлителей из ряда стержней целесообразно учитывать сопротивление растеканию полос. Учет сопротивления полосы дает возможность уменьшить количество стержней.

Для этого определяют длину соединительной полосы по формуле:

$$l_П = 1{,}05 \cdot a \cdot n, \quad (1.6)$$

где a – расстояние между стержнями, м;

n – число стержней.

1.1.8 Определяют сопротивление растеканию тока соединительной

полосы. Для полосы сечением 48-50 мм^2 это сопротивление можно определить по упрощенной формуле:

$$R_П = 2{,}1\frac{\rho_{РАСЧ}}{l_П \cdot \eta_П}, \qquad (1.7)$$

где $\rho_{РАСЧ}$ – удельное сопротивление грунта, Ом·м;

$l_П$ – длина полосы, м;

$\eta_П$ – коэффициент использования соединительной полосы (Приложение В, таблица В.2).

1.1.9 Результатирующее сопротивление растеканию электрического тока всего заземляющего устройства:

$$R_{СТ} = \frac{R_П \cdot R_{СТ.ОД}}{R_{СТ.ОД} \cdot \eta_П + R_П \cdot n \cdot \eta_{СТ}} \qquad (1.8)$$

1.1.10 Окончательно определяется число вертикальных стержней:

$$n = \frac{R_{СТ.ОД.}}{\eta_{СТ} \cdot R_{СТ}}, \qquad (1.9)$$

1.2 Задание к расчету

Рассчитать защитное заземление электрооборудования в сети с напряжением до 1000 В. В качестве заземлителей используются стальные трубы диаметром 50 мм, длиной 2,5 м, расстояние между трубами составляет *a = 2,5* м. Контур замкнутый, сопротивление естественных заземлителей не соответствует норме и составляет 5,7 Ом. Данное заземление установлено в разных климатических зонах, на разном грунте, варианты см. в приложении Д.

1.3 Контрольные вопросы

1.3.1 Что такое защитное заземление?

1.3.2 Что из себя представляет заземляющее устройство?

1.3.3 Что может быть использовано в качестве естественных заземлителей?

1.3.4 Что понимается под напряжением прикосновения?

1.3.5 Для чего вводится в расчеты коэффициент сезонности?

2 Лабораторная работа №1 Измерение сопротивления заземляющего устройства растеканию тока

Забитые в грунт стальные заземлители подвергаются коррозии и их проводимость на границе металл-грунт уменьшается. Одновременно повышается сопротивление заземления в целом. Изменение сопротивления ратеканию тока в сторону увеличения не допускается. Периодическая проверка производится два раза в год: летом – во время наибольшего просыхания грунта, зимой – во время его наибольшего промерзания. При этом учитывают категории помещений и электроустановок. В практике контроля заземляющих устройств применяют различные методы и приборы.

Цель работы: изучение методов измерения и расчета сопротивления заземляющего устройства растеканию тока.

2.1 Применяемые приборы и оборудование

Для измерения сопротивления заземляющего устройства используются измерители типа Ф-4103 и М-416. Заземлитель устроен на участке земли, расположенной вблизи учебной лаборатории. Для определения сопротивления растеканию тока одиночного вертикального стержневого заземлителя на участке вбивается в землю стальной стержень размером l = 86 см = 0,86 м и d = 150 мм = 0,015 м. Здесь же вбиваются вспомогательный заземлитель и зонд на расстоянии соответственно 20 и 30 м.

Для измерения сопротивления току растекания заземлителей, кроме испытуемого заземлителя Rx требуются два дополнительных: зонд Rз и вспомогательный заземлитель Rв. Зонд служит для получения в схеме точки с нулевым потенциалом по отношению к потенциалу испытуемого заземлителя. Вспомогательный заземлитель Rв создает цепь для измерения тока через этот заземлитель и испытываемый. Эти заземлители располагаются на таком расстоянии от испытываемого и друг от друга, чтобы их поля растекания не накладывались [3].

В лаборатории на стенде выведены клеммы от основного заземлителя Rx, зонда Rз и вспомогательного заземлителя.

Принцип работы прибора Ф-4103 основан на методе амперметра-вольтметра. Прибор имеет четыре зажима, к которым присоединяются испытываемый заземлитель, зонд и вспомогательный заземлитель в соответствии со схемой (рисунок 2).

Прибор М-416 основан на компенсационном методе, заключающемся в уравновешивании напряжения равным по величине и противоположным по направлению падением напряжения на известном сопротивлении. Прибор

имеет специальный калиброванный резистор (реохорд) с оцифрованной шкалой, что позволяет непосредственно считывать величину измеряемого сопротивления. На лицевой стороне измерителя расположены: рукоятка переключателя пределов измерения, рукоятка реохорда, кнопка включения прибора и 4 зажима для присоединения электродов заземляющего устройства, которые обозначены цифрами 1,2,3,4. Зажимы прибора соединяются с элементами заземляющего устройства по схеме (рисунок 3).

2.2 Порядок выполнения работы

При использовании прибора Ф-4103:

1) проверить уровень помех в положении переключателей «ПМХ», «03» и нажатой кнопке «ИЗМ»;
2) установить переключатель на необходимый диапазон измерения;
3) установить 0 в положении переключателя «КЛБ» и откалибровать измеритель ручкой «КЛБ» при нажатой кнопке «ИЗМ»;
4) установить переключатель в положение «ИЗМ» и провести измерение;
5) результаты занести в таблицу 1.

При использовании прибора М-416:

1) установить переключатель в положение «контроль» 5 Ом;
2) вращая ручку «реохорд», добиться установления стрелки индикатора на нулевую отметку, на шкале реохорда при этом должно быть показание (5± 0,35) Ом;
3) присоединить прибор к измеряемым электродом по схеме (рис. 3) при измерении сопротивления менее 5 Ом;
4) переключатель пределов измерения поставить в положение «Х1»;
5) нажать кнопку включателя прибор и, вращая рукоятку «реохорд», добиться наибольшего приближения стрелки к нулю (если на этом диапазоне измерение произвести невозможно, т.к. стрелка индикатора зашкаливает, то необходимо перейти на следующий диапазон и т.д.);
6) для получения результатов измерений умножить показания шкалы на множитель, соответствующий положению переключателя;
7) результаты занести в таблицу 1.

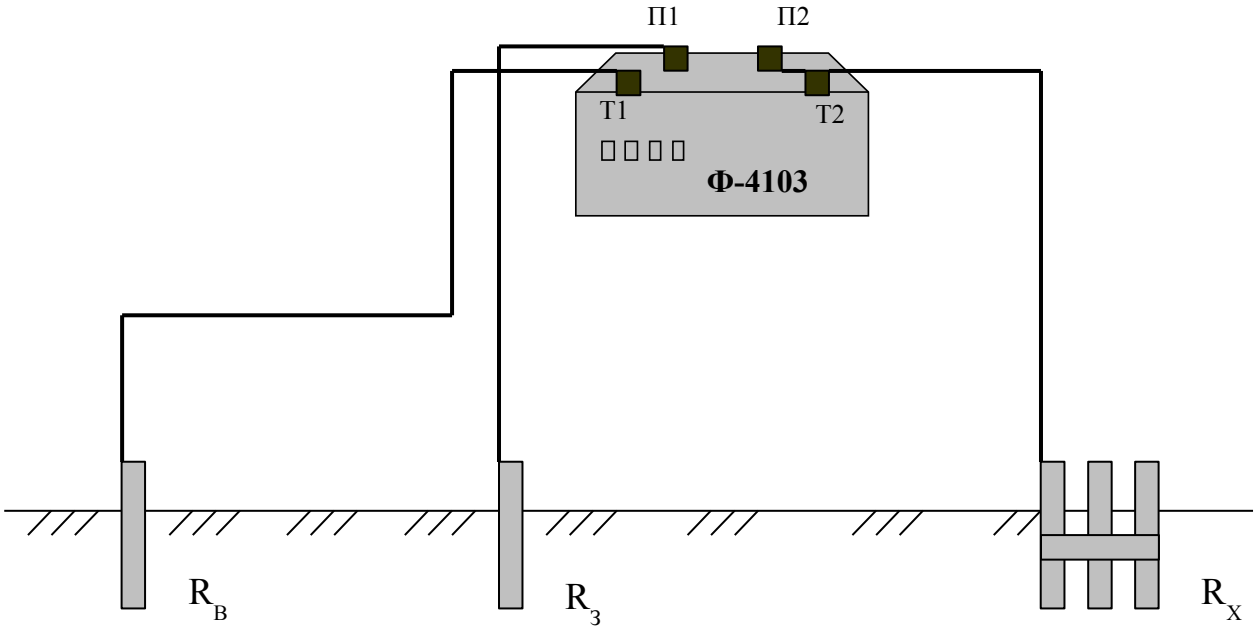


Рисунок 2 - Схема измерения сопротивления заземления прибором Ф-4103

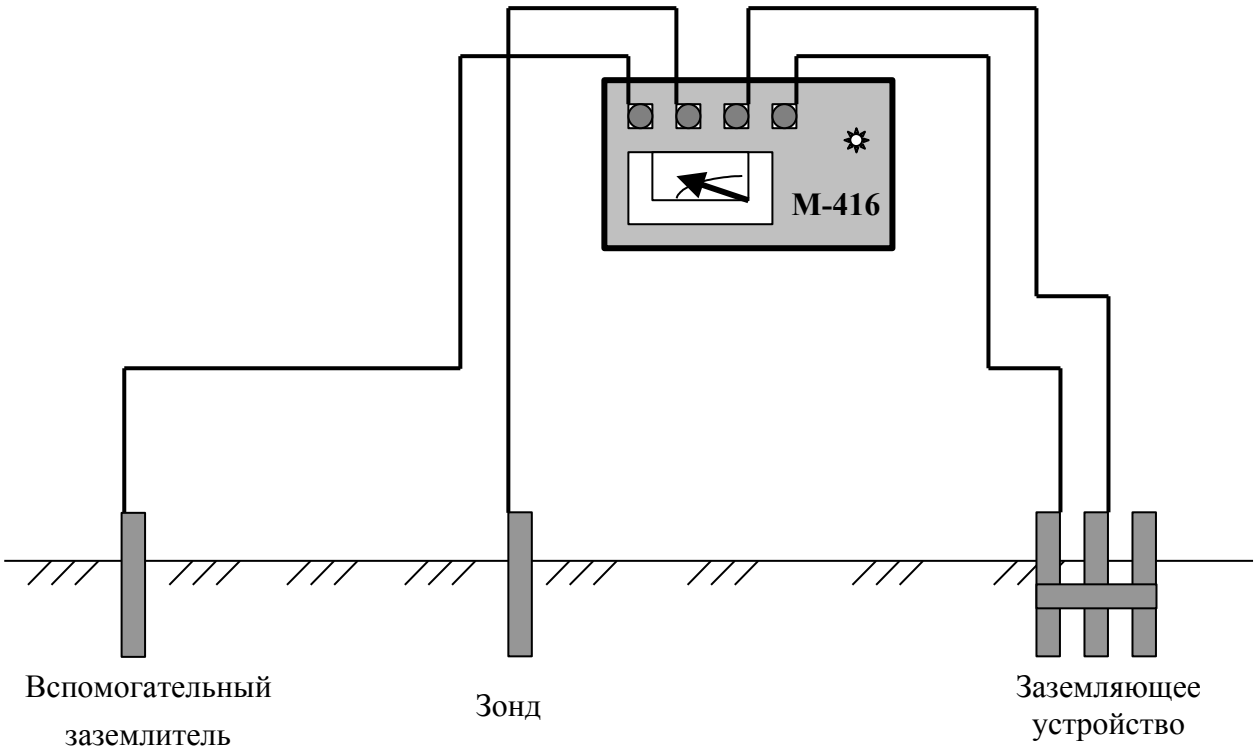


Рисунок 3 - Схема измерения сопротивления заземления прибором М-416

2.3 Обработка результатов измерения

2.3.1 Произвести расчет сопротивления одиночного стержневого заземлителя растеканию тока по формуле:

$$R_{РАСЧ} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{4l}{d}, \qquad (2.1)$$

где $R_{РАСЧ.}$ – расчетное сопротивление одиночного вертикального заземлителя, Ом;

ρ – удельное сопротивление грунта растеканию тока, Ом·м (приложение А) с поправкой на коэффициент сезонности;

l и d длина и диаметр заземлителя, м.

2.3.2 Результаты измерения и расчета занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты измерения и расчетов заземляющего устройства

Размеры заземлителя		Коэффициент сезонности, K_c *	Удельное сопротивление грунта, Ом·м		Сопротивление растеканию тока одиночного заземлителя, Ом		
l, м	d, м		табл. $\rho_{ТАБЛ.}$	$\rho = \rho_{ТАБЛ} \cdot K_C$	$R_{ИЗМ.}$		$R_{РАСЧ.}$
					Ф-4103	М-416	

*Значение K_C – коэффициента сезонности зависит от климатической зоны и определяется по приложению А.

2.4 Контрольные вопросы

2.4.1 Что понимается под сопротивлением заземляющего устройства?

2.4.2 Какова периодичность контроля заземляющего устройства?

2.4.3 На каком принципе основаны устройства приборов для измерения сопротивления заземляющего устройства?

Список использованных источников

1 Охрана труда в строительстве: Учеб. для вузов/ Н.Д. Золотницкий [и др].– М.: Высшая школа, 1969. – 472 с.

2 **Долин, П.А.** Основы техники безопасности в электроустановках: Учеб. пособие для вузов/ П.А. Долин. – М.: Энергоиздат, 1984. – 448 с.

3 **Паранюшкин, С.Н.** Измерение сопротивления заземляющего устройства: методические указания к лабораторной работе / С.Н. Паранюшкин, А.Б. Короткова, Л.Г. Проскурина. – Оренбург: ОГУ, 1995. – 11 с.

4 **ГОСТ 12.1.009-76.** ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения. – Введ. с 01.01.1977. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 5 с.

5 **ГОСТ 12.1.030-81.** ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – Введ. с 01.07.1982. – М.: Изд-во стандартов,1984. – 296 с.

6 **Кораблев, В.П.** Электобезопасность (в вопросах и ответах) / В.П. Кораблев. – М.: Московский рабочий, 1985. – 192 с.

7 **Правила устройства электроустановок:** ПУЭ №7: утв. М-вом топлива и энергетики Рос. Федерации 06.10.1999: введ. в действие с 01.07.2002. – 7- е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2002.- 656 с.

Приложение А

(справочное)

Таблица А.1 - Значения коэффициента сезонности ($К_С$) по климатическим зонам

Тип электрода	Климатические зоны России			
	I	II	III	IV
Вертикальные электроды длиной от 2 до 3 м при глубине заложения от 0,5 до 0,6 м	1,8-2,0	1,5-1,8	1,4-1,6	1,2-4,1
Горизонтальные электроды при глубине 0,8 м	4,5-7,0	3,5-4,5	2,0-2,5	1,5-2,0

Примечание – Климатические зоны России:

- зона I – Карелия; Коми; Архангельская и Кировская обл.; Заволжье, восточнее Казани и Самары; Урал; Оренбургская, Омская, Новосибирская, Иркутская, читинская обл.; южные районы Тюменской обл., Хабаровского, Красноярского и Приморского краев; Сахалинская обл.;
- зона II - Ленинградская обл.; южная часть Карелии; Волгоградская обл.; центральные районы РФ до Волгоградской обл. на юге;
- зона III – Псковская, Новгородская, Смоленская, Брянская, Курская, Ростовская области;
- зона IV – Ставропольский край, Краснодарский край, Астраханская область.

Приложение Б

(справочное)

Таблица Б.1 - Удельное сопротивление грунта растеканию тока, ρ

Грунт	Удельное сопротивление, Ом·м	
	при влажности 10-20 %	возможные пределы колебаний
1 Глина	40	8-60
2 Суглинок	100	40-150
3 Песок	700	00-4700
4 Супесь	300	150-400
5 Известняк, крупнозернистый песок	1500	1000-2000
6 Скала, валуны	3000	2000-4000
7 Торф	20	10-50
8 Чернозем	20	8-53
9 Садовая земля	40	30-60
10 Прудовая вода	50	50
11 Грунтовая вода	50	50
12 Речная вода	100	100

Приложение В

(справочное)

Номограмма для определения сопротивления трубчатого заземлителя

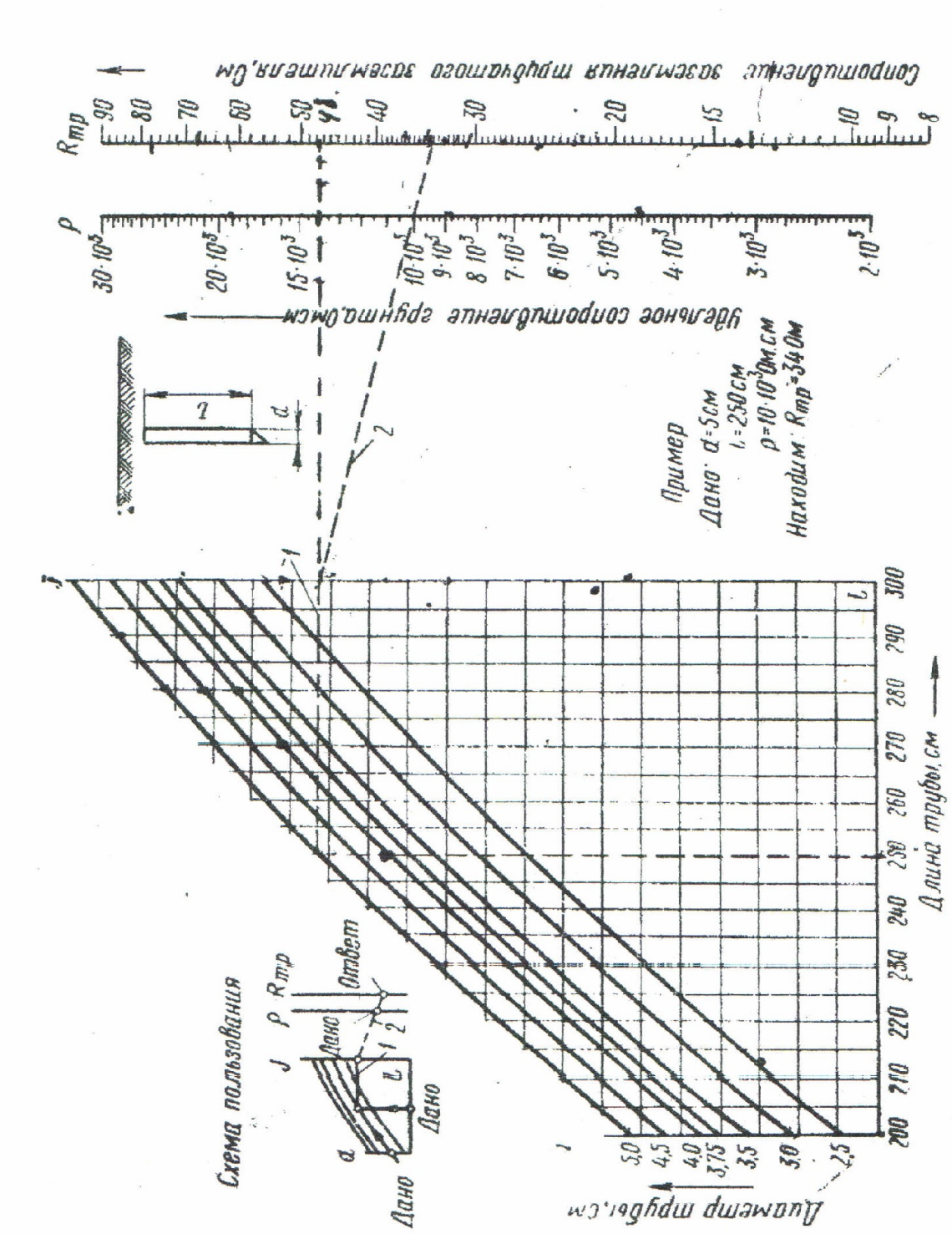


Рисунок В.1 – Номограмма для определения сопротивления трубчатого заземлителя

Приложение Г

(справочное)

Коэффициенты использования (экранирования) заземлителей

Таблица Г.1 - Коэффициент использования вертикальных заземлителей $\eta_{ст}$ без учета влияния полосы связи

Отношение расстояния между стержнями к их длине *a/l*	Число вертикальных стержней				
	4	6	10	20	40
1	0,66-0,72	0,58-0,65	0,52-0,58	0,44-0,50	0,38-0,44
2	0,76-0,80	0,71-0,75	0,66-0,71	0,61-0,66	0,55-0,61
3	0,84-0,85	0,78-0,82	0,74-0,78	0,68-0,73	0,64-0,69

Таблица Г.2 - Коэффициент использования соединительных полос $\eta_{п}$

Отношение расстояния между стержнями к их длине *a/l*	Число вертикальных стержней				
	4	6	10	20	40
1	0,45	0,40	0,34	0,27	0,23
2	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29
3	0,70	0,64	0,56	0,45	0,40

Приложение Д

(обязательное)

Таблица Д.1 – Варианты к расчету

№ варианта	Климатическая зона	Тип грунта (Приложение Б)
1	I	1
2	II	9
3	III	5
4	IV	3
5	I	2
6	II	2
7	III	6
8	IV	8
9	I	9
10	II	7
11	III	12
12	IV	4
13	I	11
14	II	4
15	III	7
16	IV	6
17	I	4
18	II	12
19	III	2
20	IV	8
21	I	10
22	II	5
23	III	4
24	IV	7
25	I	6
26	II	1
27	III	2
28	IV	11
29	I	9
30	II	6