

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Ожерельевский ж.д. колледж - филиал ПГУПС

СОГЛАСОВАНО

Методист

Л.А. Елина
« ____ » _____ 20 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.Н. Иванова
« ____ » _____ 20 ____ г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

**по МДК.03.01 Безопасность работ при эксплуатации и ремонте
оборудования устройств электроснабжения**

**Раздел 1. Обеспечение безопасности работ при эксплуатации и ремонте
оборудования электрических подстанций и сетей**

Тема 1.4 Заземление и защитные меры электробезопасности

**ПМ.03 Обеспечение безопасности работ при эксплуатации и
ремонте оборудования электрических подстанций и сетей**

специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка	4
2. Перечень практических работ	6
3. Практическая работа № 1	7
4. Лабораторная работа № 1	11
5. Перечень литературы	14

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ по теме: 1.4. Заземление и защитные меры электробезопасности - к Разделу 1 Обеспечение безопасности работ при эксплуатации и ремонте оборудования электрических подстанций и сетей по МДК 03.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников СПО по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ 03 Обеспечение безопасности работ при эксплуатации и ремонте оборудования электрических подстанций и сетей.

В результате освоения данной темы раздела междисциплинарного курса обучающийся должен **иметь практический опыт:**

- подготовки рабочих мест для безопасного производства работ.

В результате освоения данной темы раздела междисциплинарного курса обучающийся должен **уметь:**

- обеспечивать безопасные условия труда при производстве работ в электроустановках и электрических сетях при плановых и аварийных работах;

- выполнять расчеты заземляющих устройств и грозозащиты.

В результате освоения данной темы раздела междисциплинарного курса обучающийся должен **знать:**

- правила безопасного производства отдельных видов работ в электроустановках и электрических сетях.

Процесс изучения междисциплинарного курса направлен на освоение общих компетенций, включающих в себя способность:

ОК 01 - понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;

ОК 02 - организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;

ОК 03 - принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;

ОК 04 - осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;

ОК 05 - использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 06 - работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями;

ОК 07 - брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий;

ОК 08 - самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации;

ОК 09 - ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Общей целью проведения практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся профессиональных компетенций:

ПК 3.1. Обеспечивать безопасное производство плановых и аварийных работ в электрических установках и сетях;

ПК 3.2. Оформлять документацию по охране труда и электробезопасности при эксплуатации и ремонте электрических установок и сетей.

Рабочая программа профессионального модуля предусматривает в Теме 1.4. Раздела 1 МДК 03.01. 2 часа практических и 2 часа лабораторных работ.

Перечень практических и лабораторных работ

№ п/п	Название работы	Объем часов
ПР 1	Расчет заземляющих устройств	2
ЛР 1	Измерение сопротивления заземляющего устройства электроустановки	2
ИТОГО		4

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: Расчет заземляющих устройств

Цель работы: научиться рассчитывать защитное заземление электрической подстанции.

Краткие теоретические сведения

Заземляющее устройство – это совокупность заземлителей и заземляющих проводников.

Основным элементом заземляющего устройства является заземлитель, который представляет собой металлический проводник, находящийся в непосредственном соприкосновении с землей. В качестве искусственных заземлителей применяют стальные уголки размером 50x50 или 60x60, а также трубы диаметром 50 мм.

Заземляющий проводник – это металлический проводник, соединяющий заземляемую часть электроустановки с заземлителем.

Одиночный заземлитель не может обеспечить безопасность людей, т.е. снизить величину напряжения шага и прикосновения до безопасных величин. Контурное размещение заземлителей позволяет создать безопасные условия людей на территории подстанции.

Исходные данные

Исходные данные для расчета внешнего контура заземления представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Данные для расчета заземляющего устройства

Наименование параметра	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Первичное напряжение $U_{Н1}$, кВ	220	35	110	10	220	110	220	220	110	35
Вторичное напряжение $U_{Н2}$, кВ	10	10	35	0,4	10	10	35	35	10	10
Периметр подстанции Р, м	400	160	360	120	200	380	120	180	300	200
Тип заземлителя	уголок 60x60	уголок 50x50	труба d=50	труба d=50	уголок 60x60	уголок 50x50	уголок 60x60	труба d=50	уголок 50x50	уголок 60x60
Грунт	глина	песок сухой	чернозем	глина	песок влажный	чернозем	каменистые почвы	супесок	суглинок	глина
Длина заземлителя ℓ , м	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Расстояние между заземлителями а, м	7,7	2,5	5	5	7,5	5	2,5	5	5	7,5

Порядок выполнения работы

1. Расчет сопротивления одиночного заземлителя

$R_{\text{з}} = 0,308 \cdot \rho \cdot 10^{-4}$ (заземлитель – труба $d = 50$ мм);

$R_{\text{з}} = 0,318 \cdot \rho \cdot 10^{-4}$ (заземлитель – уголок 50x50 мм);

$R_{\text{з}} = 0,2988 \cdot \rho \cdot 10^{-4}$ (заземлитель – уголок 60x60 мм), (1)

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом·м.

Значения удельных сопротивлений грунтов необходимо взять из таблицы 1.2.

Таблица 1.2 - Удельные сопротивления грунтов

Грунт	Удельное сопротивление ρ , Ом·м
чернозем	$3 \cdot 10^5$
глина	$6 \cdot 10^5$
суглинок	10^6
супесок	$3 \cdot 10^6$
песок влажный	$5 \cdot 10^6$
песок сухой	$25 \cdot 10^6$
каменистые почвы	$40 \cdot 10^6$

2. Расчет количества заземлителей искусственного заземления без учета

экранирования

$$n_1 = \frac{R_{\text{э}}}{R_3}, \quad (2)$$

где R_3 – нормируемое значение сопротивления заземления, Ом.

Нормируемые значения сопротивлений заземления принимаются из таблицы 1.3.

Таблица 1.3 - Значения сопротивления заземления

Величина сопротивления R_3 , Ом	Напряжение электроустановки
$R_3 \leq 0,5$ Ом	В электроустановках с большими токами замыкания на землю (500 А и выше); как правило в сетях с заземленной нейтралью (110 кВ и выше)
$R_3 \leq 10$ Ом	В электроустановках с малыми токами замыкания на землю (до 500 А); как правило в сетях с изолированной нейтралью (6; 10; 35 кВ)
$R_3 \leq 4$ Ом	В электроустановках с глухозаземленной нейтралью (электроустановки до 1000 В)
R_3 наименьшее	в смешанных электроустановках

3. Расчет количества заземлителей искусственного заземления с учетом экранирования

$$n_2 = \frac{R_2}{\eta_{\text{э}}}, \quad (3)$$

где $\eta_{\text{э}}$ – коэффициент экранирования заземлителей.

Коэффициент экранирования заземлителей зависит от числа заземлителей n_1 , отношения расстояния a между ними к их длине ℓ .

Значения коэффициентов экранирования приведены в таблице 4.

Таблица 1.4 - Коэффициенты экранирования заземлителей

Число заземлителей	Коэффициент экранирования при отношении a/ℓ					
	3	2	1	3	2	1
	Заземлители размещены в ряд			Заземлители размещены по контуру		
5	0,87	0,8	0,68	-	-	-
10	0,83	0,7	0,55	0,78	0,67	0,59
20	0,77	0,62	0,47	0,72	0,6	0,43
30	0,75	0,6	0,4	0,71	0,59	0,42
50	0,73	0,58	0,3	0,68	0,52	0,37
100	-	-	-	0,64	0,48	0,33
200	-	-	-	0,61	0,44	0,3
300	-	-	-	0,6	0,43	0,28

4. Расчет количества заземлителей, забиваемых по периметру

$$n_3 = \frac{P}{a}, \quad (4)$$

Контрольные вопросы.

1. С какой целью выполняют контурное размещение заземлителей?
2. Какова особенность выполнения контура заземления в скалистых и каменистых грунтах?
3. Как производится искусственное снижение удельного сопротивления грунта?
4. Выполнить рисунок распределения потенциалов на поверхности земли при контурном размещении заземлителей.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчет контура заземления.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Измерение сопротивления заземляющего устройства электроустановки

Цель работы: выработать умения путем практического измерения сопротивления заземления с помощью прибора М-416.

Оборудование и приборы:

измеритель сопротивления заземления М-416, заземленная опора контактной сети (учебный полигон) или макет заземляющего устройства, заземлители, соединительные провода.

Краткие теоретические сведения

Сопротивление заземлений имеет большое значение в обеспечении надлежащей работы различных электротехнических устройств. Увеличение сопротивления заземления может привести к нечеткой работе этих устройств, а также может представлять опасность для жизни персонала, обслуживающего электроустановки. Заземляющие устройства должны содержаться в исправном состоянии, их сопротивление должно соответствовать техническим условиям и периодически контролироваться путем электрических измерений.

Прибор М-416 предназначен для измерения сопротивления заземляющих устройств. Принцип действия прибора основан на компенсационном методе измерения. Прибор состоит из трех функциональных узлов: источника постоянного напряжения, преобразователя постоянного тока в переменный и измерительного устройства.

Источником постоянного напряжения служит батарея из трех сухих элементов напряжением 4,5 В. Преобразователь постоянного тока в переменный выполнен по схеме симметричного мультивибратора на

транзисторах. Измерительное устройство содержит реохорд, шунтирующие реохорд резисторы, переключатель позиций, шкалу, стрелку.

Порядок выполнения работы

1. Выполнить эскиз лицевой панели измерителя сопротивления заземления М-416. Указать названия основных элементов панели.
2. Ознакомиться с правилами проведения измерений с помощью прибора М-416 (целевой инструктаж).
3. Проверить исправность прибора: М-416 установить на ровную горизонтальную поверхность; проверить установку стрелки на нулевое значение; установить перемычку между клеммами 1 и 2 прибора (закоротить клеммы 1 и 2); установить переключатель позиций в положение «Контроль 5Ω »; нажать на кнопку включения (кнопка красного цвета), при этом стрелка прибора отклоняется от нулевого значения; с помощью рукоятки реохорд установить стрелку на ноль. Показание на шкале должно быть равно 5 Ом (допускается отклонение $\pm 0,3$ Ом, т.е. должно быть показание от 4,7 до 5,3 Ом. В этом случае прибор является годным к эксплуатации.
4. Собрать электрическую цепь в соответствии с рисунком 1 или 2.
5. Выполнить измерение: перевести переключатель позиций в положение «x1». нажать на красную кнопку (стрелка прибора отклоняется), с помощью рукоятки «Реохорд» установить стрелку на ноль. Показания шкалы прибора умножить на 1. Если измерение в положении «x1» произвести не удастся (*стрелка не устанавливается на ноль), то переключатель позиций перевести в положение «x5». Результат, полученный на шкале, умножить на 5. Измерения могут выполняться в позициях «x20», «x100». Результаты в этих случаях необходимо умножать на 20 и 100 соответственно.
6. Результаты измерений записать в отчет к лабораторной работе.

7. Привести в порядок рабочее место (убрать приборы соединительные провода, заземлители).

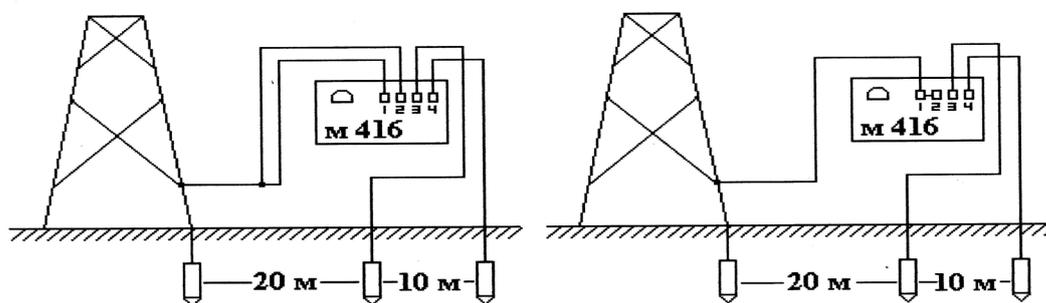


Рисунок 1- Четырехпроводная схема подключения М-416
Рисунок 2 – Трехпроводная схема подключения М-416

Контрольные вопросы.

1. При какой схеме подключения измерителя сопротивления заземления М-416 результат измерения более точный?
2. Укажите назначение защитного заземления. Приведите примеры защитного заземления.
3. Укажите назначение рабочего заземления. приведите примеры рабочего заземления.
4. К какому виду заземлений относится переносное заземление?
5. Укажите нормированное значение заземляющего устройства комплектной трансформаторной подстанции КТП(Н)-10/0,4 кВ.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Результат измерения сопротивления заземляющего устройства.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод по работе.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. *Почаевец В.С.* Электрические подстанции: учебник. – М.: ФБГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2012. – 491 с.
2. *Чекулаев В.Е., Горожанкина Е.Н., Лепеха В.В.* Охрана труда и электробезопасность: учебник. – М.: ФБГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. – 304 с.

Дополнительные источники:

1. *Белая С.Х.* МДК 03.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения (темы 1.1. – 1.5). Методическое пособие по проведению практических и лабораторных работ по профессиональному модулю Обеспечение безопасности работ при эксплуатации и ремонте оборудования электрических подстанций и сетей. Специальность 140409. – М.: ФБГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015.
2. *Белая С.Х.* МДК 03.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения. Раздел 2. Методическое пособие по проведению практических и лабораторных работ по профессиональному модулю Обеспечение безопасности работ при эксплуатации и ремонте оборудования электрических подстанций и сетей. Специальность 13.02.07 (140409) Электроснабжение (по отраслям). – М.: ФБГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016.
3. Правила устройства электроустановок. – М.: КНОРУС, 2011. – 488 с.
4. Инструкция от 18.03.2008 г. № 4054. «Инструкция по безопасности при эксплуатации электроустановок тяговых подстанций и районов электроснабжения железных дорог» (4054). М.: ОАО «РЖД», 2008.
5. Безопасность при производстве работ на контактной сети и воздушных линиях электропередачи. Иллюстрированное пособие. ОАО «РЖД», Центральная дирекция инфраструктуры – филиал ОАО «РЖД», Управление электрификации и электроснабжения. – М.: «ТРАНСИЗДАТ», 2012.
6. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утв. Пр.№328н от 24.07.2013г. – Новосибирск: Норматика, 2014. – 96 с.
7. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России. СПб.: ООО «БАРС», 2003.
8. Инструкция по безопасности для электромонтеров контактной сети. № 104. – М.: «ТЕХИНФОРМ», 2011.
9. Правила безопасности при эксплуатации контактной сети и устройств электроснабжения автоблокировки железных дорог. Департамент электроснабжения ОАО «РЖД».

трификации и электроснабжения ОАО «РЖД». Утв.Пр.№103 от 16.12.2010 г. – М.: «ТЕХИНФОРМ», 2011.

10. Правила электробезопасности для работников ОАО «РЖД» при обслуживании устройств и сооружений контактной сети и линий электропередачи. № 699р от 19.04.2016 г.

11. Система управления охраной труда в ОАО «РЖД». Электрическая безопасность. Общие требования. СТО РЖД 15.013-2015.