

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

**Санкт-Петербургский техникум железнодорожного транспорта –
структурное подразделение ФГБОУ ВО ПГУПС**

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)

Санкт-Петербург
2017

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ 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. Методические указания предназначены для подготовки и проведения практических занятий и лабораторных работ для обучающихся по очной форме обучения.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) Протокол № 11 от 19.05.2017
Председатель _____ Ройзен О.Г.

Методические указания согласованы и зарегистрированы в методическом кабинете.

№ регистрации от .06. 2017

Зав.методическим кабинетом

Божук Г.А.

Составитель:

Алексеев А.А.

Рецензент:

Илларионова А.В.

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 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
- ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
- ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
- ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
- ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.
- ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планиро-

вать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Общей целью проведения практических занятий и лабораторных работ 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 занятий 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:

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

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

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

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 1.4.

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).

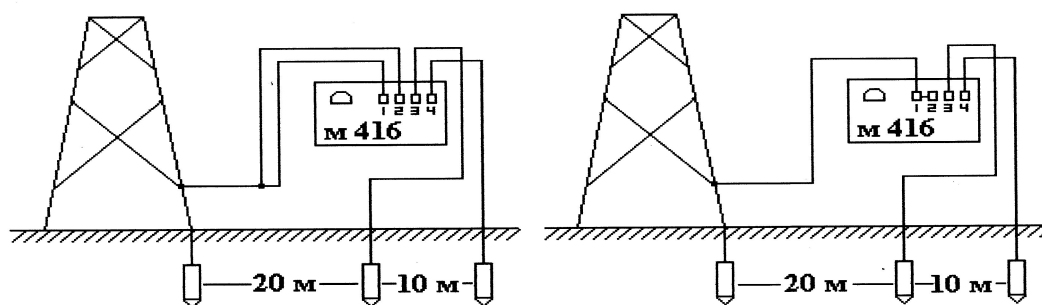


Рисунок 1- Четырехпроводная схема подключения М-416
Рисунок 2 – Трехпроводная схема подключения М-416

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. Илларионова А.В., Ройзен О.Г., Алексеев А.А. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения [Текст]: учеб. пособие.- М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. – 210 с. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Илларионова, О.Г. Ройзен, А.А. Алексеев. — Электрон. дан. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2017. — 210 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99621>.

Дополнительные источники:

2. ПУЭ, изд. 7-е: общие правила; передача электроэнергии; распределительные устройства и подстанции; электрическое освещение; электрооборудование специальных установок. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: ЭНАС, 2013. — 552 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/38572>.

3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: ЭНАС, 2013. — 280 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/38582>.

4. Правила содержания тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения [Электронный ресурс]: Утв. Распоряжением ОАО «РЖД» № 1578р от 5.08.2016. Режим доступа: http://www.sptgt.ru/students/training_materials/elektrosnabzhenie-po-otraslyam/.

5. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утв. Пр.№328н от 24.07.2013г. – Новосибирск: Норматика, 2014. – 96 с.