

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 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 1.5 Меры защиты от атмосферных перенапряжений

**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. Практическая работа № 2	11
5. Перечень литературы	15

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению практических работ по теме: 1.5. Меры защиты от атмосферных перенапряжений - 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 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 1.5. Раздела 1 МДК 03.01. 4 часа практических работ.

Перечень практических работ

№ п/п	Название работы	Объем часов
1	Расчет молниезащиты	2
2	Выполнение схемы защиты подстанции от перенапряжений	2
ИТОГО		4

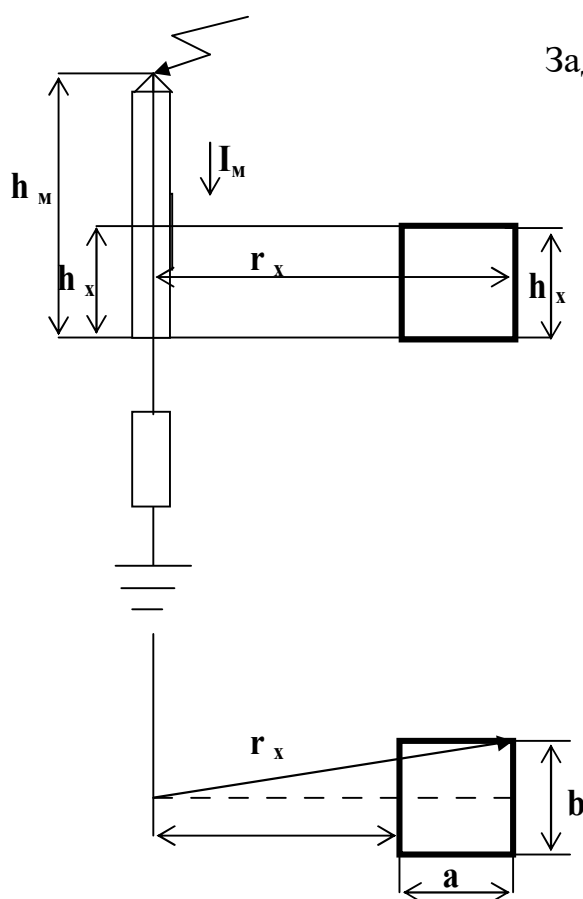
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: Расчет молниезащиты

Цель работы: научиться рассчитывать параметры одиночного стержневого молниеотвода; строить защитные зоны для одного и нескольких молниеотводов.

Исходные данные

Исходные данные приведены в Таблице 1.1



Задание

Определить расположение и высоту стержневого молниеотвода для объекта с длиной a , шириной b , высотой h_x ; сопротивление заземления R_3 , удельная индуктивность молниеотвода L_m , ток молнии I_m , крутизна тока молнии α .

Рисунок 1.1. Расчетная схема

Таблица 1.1 – Данные для расчета молниеотвода

Вариант	a, м	b, м	h _x , м	R _з , Ом	L _м , мкГн/м	I _м , кА	α, кА/мкс
1	5	2	15	18	1	130	40
2	8	1	18	15	1,4	150	36
3	7	3	16	21	1,2	110	22
4	6	4	18	14	1,6	160	26
5	12	5	17	10	1	140	20
6	15	1	19	13	1,8	120	34
7	13	2	16	19	1,7	180	32
8	14	3	21	17	1,3	170	40
9	9	4	22	12	1,9	100	28
10	11	5	23	18	1,3	170	24
11	8	4	15	22	1,9	160	32
12	7	3	24	16	1,1	140	38
13	12	2	22	15	1,9	180	26
14	14	1	16	10	1,8	120	36
15	16	5	21	13	1,4	160	34
16	5	3	17	11	1,2	150	38
17	7	1	19	10	1,3	100	28
18	6	4	15	22	1,7	180	22
19	8	2	22	19	1,2	110	34
20	9	4	18	16	1	140	20
21	13	3	23	19	1,6	120	24
22	15	1	16	12	1,7	130	38
23	14	5	18	18	1,1	170	40
24	12	2	15	14	1	100	36
25	11	5	21	21	1,4	150	20
26	7	4	16	17	1,1	130	24
27	9	3	19	11	1,8	170	26
28	8	2	23	10	1,6	110	22
29	10	5	15	13	1,7	130	35
30	12	3	20	16	1,5	140	39

Порядок выполнения работы

1. Определение максимального потенциала молниеотвода на высоте объекта

$$U_M = I_M * R_з + L_M * \alpha * h_x$$

2. Определение необходимого расстояния от молниеотвода до защищаемого объекта

$$I_0 = \frac{U_M}{E_{cp}},$$

где $E_{cp} = 500 \text{ кВ/м}$

3. Определение радиуса защиты на высоте

$$r_x = \sqrt{(l_0 + a)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

4. Определение высоты молниеотвода

$$h_M = \frac{r_x + 1,6h_x}{2 \cdot 1,6} + \sqrt{\left(\frac{r_x + 1,6h_x}{2 + 1,6}\right)^2 + \frac{r_x \cdot h_x}{1,6}}$$

5. Определение радиуса зоны защиты и наименьшей ширины зоны защиты двух стержневых молниеотводов

5.1. Определение точки на оси S/h_a

$$h_a = h_M - h_x$$

S – расстояние между двумя молниеотводами, S = 50...70 м

5.2. Определение графика $h_x = k h_M$

Коэффициент высотности $p=1$ при $h_M \leq 30 \text{ м}$.

$$\text{При } h_M > 30 \text{ м } p = \frac{5,5}{\sqrt{h_M}}$$

5.3. По выбранному графику определить отношение b_x/h_a , из которого найти b_x .

5.4. Вычертить в масштабе зону защиты для двух молниеотводов.

Контрольные вопросы.

1. Что называют молниеотводом? Классификация молниеотводов.
2. От чего зависит зона защиты одиночного стержневого молниеотвода?
3. Как защитить провода ЛЭП от перенапряжений?

Содержание отчета

1. Схема расположения молниеотвода и защищаемого объекта.
2. Расчет высоты одиночного молниеотвода.
3. Схема зоны защиты двух молниеотводов.
4. Ответы на вопросы.
5. Вывод по результатам расчета.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: Выполнение схемы защиты подстанции от перенапряжений

Цель работы: научиться производить расстановку разрядников, тросовых и стержневых молниеотводов на тяговой подстанции постоянного тока.

Исходные данные

Исходные данные по вариантам представлены в таблице 2.1:

Вариант №	Краткое описание присоединений подстанции
1	2
1	Опорная тяговая подстанция имеет 4 ввода, 2 из которых выполнены на металлических опорах и 2 – на деревянных. Две системы шин 110кВ. Первичное $U=110$ кВ. Вторичное $U=10$ кВ. В РУ-10 кВ две секции сборных шин; 5 кабельных фидеров; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – три фидера нормальной длины.
2	Промежуточная тяговая подстанция. Первичное $U=35$ кВ. Две секции сборных шин, два ввода на железобетонных опорах; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – 6 фидеров, из них 1 – длиной более 400 м, 3 - нормальной длины, 2 – с кабельной вставкой.
3	Промежуточная отпаечная тяговая подстанция. Первичное $U=110$ кВ. Вторичное $U=10$ кВ. 2 силовых трансформатора. В РУ-10 кВ две секции шин с 5 фидерами районных потребителей, из которых 3 воздушных фидера на деревянных опорах и 2 кабельных; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – 4 фидера нормальной длины.
4	Опорная тяговая подстанция имеет 4 ввода, 2 из которых выполнены на металлических опорах и 2 – на деревянных. Две системы шин 110кВ. Первичное $U=110$ кВ. Вторичное $U=10$ кВ. В РУ-10 кВ две секции сборных шин; 5 воздушных фидеров; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – три фидера нормальной длины.
5	Промежуточная тяговая подстанция имеет две секции сборных шин в ОРУ - 110кВ. Первичное $U=110$ кВ. Вторичное $U=10$ кВ. Силовые трансформаторы расположены «далеко» от сборных шин .В РУ-10 кВ 3 воздушных фидера; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – три фидера длиной более 400 м и один нормальной длины.
6	Промежуточная тяговая подстанция. Первичное $U=35$ кВ. Две секции сборных шин, два ввода на металлических опорах; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – 5 фидеров, из них 2 – длиной более 400 м, 1 - нормальной длины, 2 – с кабельной вставкой.
7	Промежуточная отпаечная тяговая подстанция. Первичное $U=110$ кВ. Вторичное $U=10$ кВ. 2 силовых трансформатора. В РУ-10 кВ две секции шин с 4 фидерами районных потребителей, из которых 2 воздушных фидера на деревянных опорах и 2 кабельных; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – 3 фидера нормальной длины.

1	2
8	Промежуточная тяговая подстанция имеет две секции сборных шин в ОРУ - 110кВ. Первичное U= 110 кВ. Вторичное U=10кВ. Силовые трансформаторы расположены «далеко» от сборных шин .В РУ-10 кВ 2 воздушных фидера и 2 кабельных; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – два фидера длиной более 400 м и один нормальной длины.
9	Опорная тяговая подстанция имеет 4 ввода, 2 из которых выполнены на металлических опорах и 2 – на деревянных. Две системы шин 110кВ. Первичное U= 110 кВ. Вторичное U=10кВ. В РУ-10 кВ две секции сборных шин; 4 кабельных фидера; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – три фидера нормальной длины.
10	Промежуточная тяговая подстанция имеет две секции сборных шин в ОРУ - 110кВ. Первичное U= 110 кВ. Вторичное U=10кВ. 2 силовых трансформатора. В РУ-10 кВ две системы шин с 6 фидерами районных потребителей, из которых 4 воздушных фидера и 2 с кабельными вставками; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – три фидера нормальной длины.
11	Промежуточная тяговая подстанция имеет две секции сборных шин в ОРУ - 110кВ. Первичное U= 110 кВ. Вторичное U=10кВ. 2 силовых трансформатора. В РУ-10 кВ две системы шин с 6 фидерами районных потребителей, из которых 2 воздушных фидера и 4 с кабельными вставками; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – три фидера нормальной длины.
12	Промежуточная тяговая подстанция имеет две секции сборных шин в ОРУ - 110кВ. Первичное U= 110 кВ. Вторичное U=10кВ. Силовые трансформаторы расположены «далеко» от сборных шин .В РУ-10 кВ 5 воздушных фидеров; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – 4 фидера длиной более 400 м и один нормальной длины.
13	Промежуточная тяговая подстанция имеет две секции сборных шин в ОРУ - 110кВ. Первичное U= 110 кВ. Вторичное U=10кВ. Силовые трансформаторы расположены «далеко» от сборных шин .В РУ-10 кВ 3 воздушных фидера; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – 4 фидера длиной более 400 м и один нормальной длины.
14	Опорная тяговая подстанция имеет 4 ввода, 2 из которых выполнены на металлических опорах и 2 – на деревянных. Две системы шин 110кВ. Первичное U= 110 кВ. Вторичное U=10кВ. В РУ-10 кВ две секции сборных шин; 3 кабельных фидеров; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – 5 фидеров нормальной длины.
15	Промежуточная отпаечная тяговая подстанция. Первичное U= 110 кВ. Вторичное U=10кВ. 2 силовых трансформатора. В РУ-10 кВ две секции шин с 4 фидерами районных потребителей, из которых 2 воздушных фидера на деревянных опорах и 2 кабельных; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – пять фидеров нормальной длины.
16	Промежуточная отпаечная тяговая подстанция. Первичное U= 110 кВ. Вторичное U=10кВ. 2 силовых трансформатора. В РУ-10 кВ две секции шин с 4 фидерами районных потребителей, из которых 2 воздушных фидера и 2 кабельных; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – пять фидеров нормальной длины.
17	Промежуточная отпаечная тяговая подстанция. Первичное U= 110 кВ. Вторичное U=10кВ. 2 силовых трансформатора. В РУ-10 кВ две секции шин с 4 фидерами районных потребителей, из которых 2 воздушных фидера на металлических опорах и 2 кабельные; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – пять фидеров нормальной длины.

1	2
18	Промежуточная тяговая подстанция. Первичное $U = 35$ кВ. Две секции сборных шин, два ввода на металлических опорах; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – пять фидеров, из них 2 – длиной более 400 м, 2 - нормальной длины, 1 – с кабельной вставкой.
19	Промежуточная тяговая подстанция имеет две секции сборных шин в ОРУ - 110кВ. Первичное $U = 110$ кВ. Вторичное $U = 10$ кВ. Силовые трансформаторы расположены «далеко» от сборных шин .В РУ-10 кВ 4 воздушных фидера; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – 4 фидера длиной более 400 м и два нормальной длины.
20	Промежуточная тяговая подстанция. Первичное $U = 35$ кВ. Две секции сборных шин, два ввода на металлических опорах; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – 7 фидеров, из них 2 – длиной более 400 м, 3 - нормальной длины, 2 – с кабельной вставкой.
21	Опорная тяговая подстанция имеет 4 ввода, 2 из которых выполнены на металлических опорах и 2 – на деревянных. Две системы шин 110кВ. Первичное $U = 110$ кВ. Вторичное $U = 10$ кВ. В РУ-10 кВ две секции сборных шин; 6 воздушных фидеров; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – два фидера нормальной длины.
22	Промежуточная отпаечная тяговая подстанция. Первичное $U = 110$ кВ. Вторичное $U = 10$ кВ. 2 силовых трансформатора. В РУ-10 кВ две секции шин с 3 фидерами районных потребителей, из которых 2 воздушных фидера на металлических опорах и 1 кабельный; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – пять фидеров нормальной длины.
23	Промежуточная тяговая подстанция. Первичное $U = 35$ кВ. Две секции сборных шин, два ввода на железобетонных опорах; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – 7 фидеров, из них 2 – длиной более 400 м, 3 - нормальной длины, 2 – с кабельной вставкой.
24	Промежуточная тяговая подстанция имеет две секции сборных шин в ОРУ - 110кВ. Первичное $U = 110$ кВ. Вторичное $U = 10$ кВ. Силовые трансформаторы расположены «далеко» от сборных шин .В РУ-10 кВ 5 воздушных фидеров; 2 выпрямительных агрегата. В РУ – 3,3кВ – 2 фидера длиной более 400 м и три нормальной длины.

Порядок выполнения работы

1. Вычертить однолинейную схему тяговой подстанции (на схеме указать только основное оборудование – токоведущие части, силовые трансформаторы и трансформаторы напряжения, выключатели).
2. На схеме указать все элементы защиты от перенапряжений.
3. Указать типы ограничителей перенапряжений и разрядников. Подсчитать их количество по типам.
4. Указать назначение установленных ОПН и разрядников.

Содержание отчета

1. Однолинейная упрощенная схема тяговой подстанции с защитой от перенапряжений.
2. Количество и типы разрядников.
3. Вывод.

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», 2012.

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.