

**Приложение 2 к РПД Правила безопасности при эксплуатации  
электроустановок  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Направленность (профиль) – Высоковольтные  
электроэнергетика и электротехника  
Форма обучения – очная  
Год набора - 2016**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**1. Общие сведения**

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Правила безопасности при эксплуатации электроустановок
5.	Форма обучения	Очная
6.	Год набора	2016

**2. Перечень компетенций**

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1)
- способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-10).

### 3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
Обеспечение электробезопасности	ОПК-1 ПК-2 ПК-10	классификацию электроустановок и помещений по электробезопасности; действие электрического тока на организм человека	правильно пользоваться и применять электрозащитные средства и предохранительные приспособления при эксплуатации электроустановок		
Безопасная эксплуатация электроустановок	ОПК-1 ПК-2 ПК-10	обеспечение безопасности при эксплуатации электроустановок	правильно пользоваться и применять электрозащитные средства и предохранительные приспособления при эксплуатации электроустановок		
Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ	ОПК-1 ПК-2 ПК-10	обеспечение безопасности при эксплуатации электроустановок	правильно пользоваться и применять электрозащитные средства и предохранительные приспособления при эксплуатации электроустановок	навыками оказания первой доврачебной помощи при поражении электрическим током	
Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения	ОПК-1 ПК-2 ПК-10	обеспечение безопасности при эксплуатации электроустановок	правильно пользоваться и применять электрозащитные средства и предохранительные приспособления при эксплуатации электроустановок	навыками оказания первой доврачебной помощи при поражении электрическим током	
Меры безопасности при выполнении отдельных работ	ОПК-1 ПК-2 ПК-10	обеспечение безопасности при эксплуатации электроустановок	работать с электроизмерительными клещами, штангами, мегаомметром и измерительными приборами	навыками оказания первой доврачебной помощи при поражении электрическим током	Решение задач
Электрозащитные средства и предохранительные	ОПК-1 ПК-2	меры безопасности при тушении пожаров в электроустановках	правильно пользоваться и применять	навыками оказания первой доврачебной	

приспособления	ПК-10		электрозащитные средства и предохранительные приспособления при эксплуатации электроустановок	помощи при поражении электрическим током	
Испытания и измерения	ОПК-1 ПК-2 ПК-10	меры безопасности при тушении пожаров в электроустановках	работать с электроизмерительными клещами, штангами, мегаомметром и измерительными приборами		опрос
Работа с электроинструментом	ОПК-1 ПК-2 ПК-10	меры безопасности при тушении пожаров в электроустановках	работать с электроизмерительными клещами, штангами, мегаомметром и измерительными приборами		
Меры безопасности при тушении пожаров в электроустановках	ОПК-1 ПК-2 ПК-10	классификацию электроустановок и помещений по электробезопасности; действие электрического тока на организм человека меры безопасности при тушении пожаров в электроустановках	работать с электроизмерительными клещами, штангами, мегаомметром и измерительными приборами	навыками оказания первой доврачебной помощи при поражении электрическим током	

## Критерии и шкалы оценивания

### 1. Решение задач

Процент правильно выполненных заданий	До 60	61-80	81-100
Количество баллов	10	20	30

### 1. Опрос

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов	10	20	30

*Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы*

*Примерный перечень контрольных вопросов для текущего контроля (опросов)*

1. На какие две группы подразделяют все электроустановки?
2. Отличия опасности поражения электрическим током от прочих опасностей?
3. Причины электротравматизма.
4. Действие электрического тока на организм человека.
5. Что такое электрический удар?
6. Что представляет собой электрический ожог?
7. Что представляют собой электрические знаки?
8. Что представляет собой электрометаллизация.
9. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.
10. Какой путь тока наиболее опасен для человека?
11. Первая помощь при электротравмах.
12. Способы освобождения человека от электрического тока.
13. Виды поражения электротоком.
14. Причины смерти в результате поражения электрическим током.
15. Какое воздействие на человека оказывают электрические и магнитные поля?
16. Как воздействует на человека электромагнитные поля промышленной и радиочастот?
17. Каким может быть состояние человека при длительном воздействии электромагнитного поля радиочастот?
18. Каким образом осуществляют оценку и нормирование электромагнитного поля промышленной частоты?
19. Каким образом определяют время пребывания персонала в зонах с различной напряженностью ЭМП?
20. Что такое энергетическая экспозиция ЭМП и как она оценивается?
21. Каким образом оценивают плотность потока энергии в ЭМП диапазона частот 800 МГц – 300 ГГц?
22. Каким образом должны соблюдаться условия работы при облучении от нескольких источников ЭМП для которых установлены различные ПДУ?
23. Как осуществляется защита населения от воздействия ЭМП ЛЭП?
24. Какие организационные мероприятия используются при защите от источников ЭМП диапазона радиочастот?
25. Какие инженерно-технические мероприятия используются при защите от источников ЭМП диапазона радиочастот?

26. Какие лечебно-профилактические мероприятия используются при защите от источников ЭМП диапазона радиочастот?

### **Перечень вопросов, выносимых на зачет**

1. Действие электрического тока на организм человека.
2. Классификация электроустановок и помещений по электробезопасности.
3. Анализ условий поражения человека электрическим током.
4. Допустимые напряжения прикосновения и токи через человека.
5. Буквенно-цифровое и цветовое обозначение шин в электроустановках.
6. Расположение шин в РУ.
7. Сокращения и главные термины, принятые в Правилах.
8. Требования к персоналу, осуществляющему эксплуатацию электроустановок.
9. Организация обучения и проверки знаний правил по электробезопасности.
10. Группы по электробезопасности электротехнического (энерготехнологического) персонала и условия их присвоения.
11. Инструктажи по технике безопасности для персонала, обслуживающего электроустановки.
12. Общие требования. Ответственные за безопасность проведения работ, их права и обязанности.
13. Порядок организации работ по наряду.
14. Организация работ по распоряжению.
15. Включение электроустановок после полного окончания работ.
16. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения
  1. Работы в зоне влияния электрического и магнитного полей.
  2. Электродвигатели.
  3. Силовые и измерительные трансформаторы.
  4. Аккумуляторные батареи.
  5. Конденсаторные установки.
  6. Кабельные линии.
  7. Воздушные линии электропередач.
  8. Классификация электрозащитных средств.
  9. Классификация изолирующих электрозащитных средств.
  10. Хранение и контроль за состоянием электрозащитных средств, предохранительных приспособлений в электроустановках.
27. Испытания электрооборудования с подачей повышенного напряжения от постороннего источника.
28. Работа с электроизмерительными клещами и измерительными штангами.
29. Работа с импульсным измерителем линий.
30. Работы с мегаомметром и электроизмерительными приборами.
31. Переносные электроинструменты и светильники, ручные электрические машины, разделительные трансформаторы.
32. Работа в электроустановках с применением автомобилей, грузоподъемных машин, механизмов и лестниц.
33. Организация работ командированного персонала.
34. действие персонала при возникновении пожара в электроустановках.
35. Средства пожаротушения в электроустановках, их применение.
36. Особенности тушения пожаров в электроустановках.
37. Противопожарные тренировки.
38. Первоочередные меры, принимаемые в связи с несчастным случаем на производстве.
39. Порядок расследования несчастных случаев.

40. Порядок оформления акта по форме Н-1 о несчастном случае на производстве и учета несчастного случая на производстве.
41. Оказание первой доврачебной помощи при поражении электрическим током с практическими действиями на манекене.
42. Оперативное обслуживание, осмотр электроустановок, порядок и условия производства работ.

## Пример решения задач

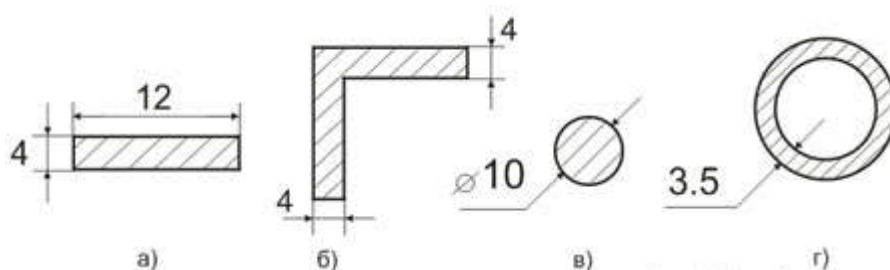
### Исходные данные для расчета заземления

1. Основные условия, которых необходимо придерживаться при сооружении заземляющих устройств это размеры заземлителей.

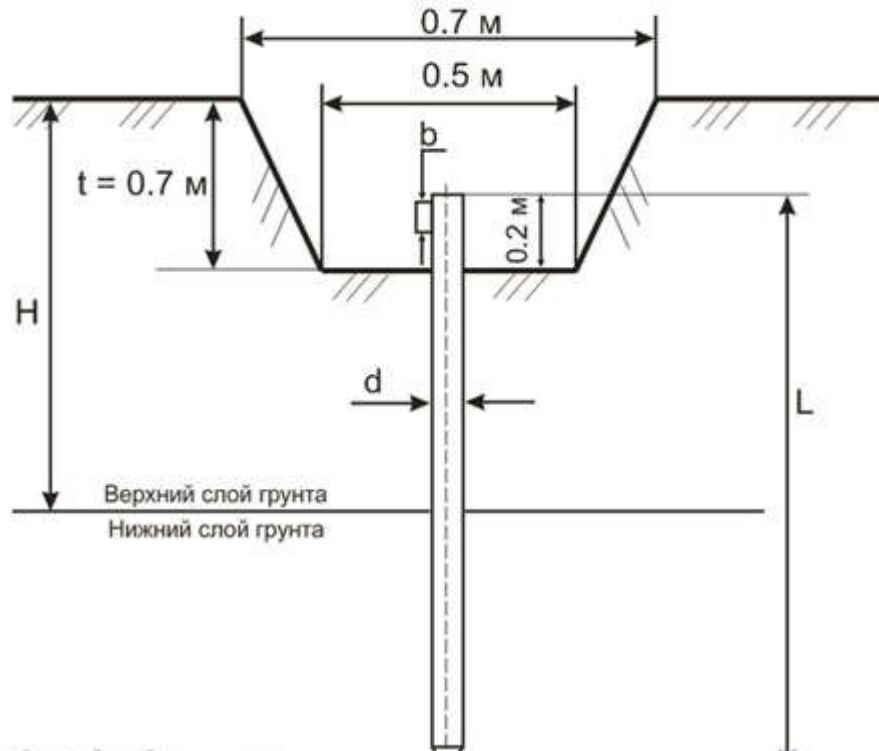
1.1. В зависимости от используемого материала (уголок, полоса, круглая сталь) **минимальные размеры заземлителей** должны быть не меньше:

- а) полоса 12х4 – 48 мм<sup>2</sup>;
- б) уголок 4х4;
- в) круглая сталь – 10 мм<sup>2</sup>;
- г) стальная труба (толщина стенки) – 3.5 мм.

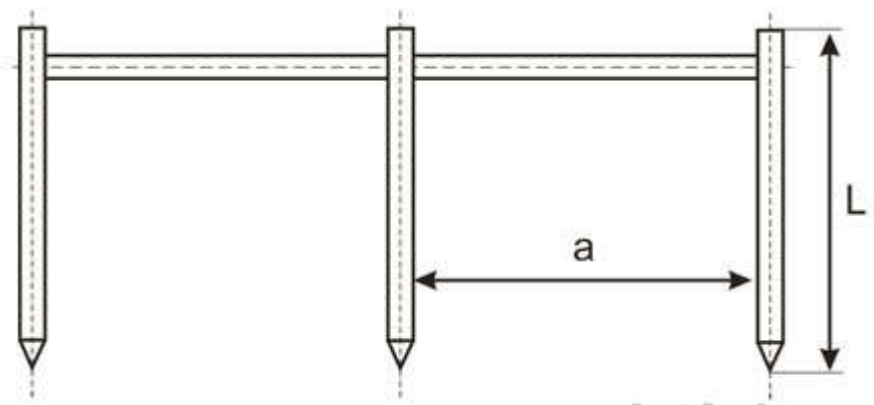
Минимальные размеры арматуры применяемые для монтажа заземляющих устройств



Длина заземляющего стержня должна быть не меньше 1.5 – 2 м.



1.3. Расстояния между заземляющими стержнями берется из соотношения их длины, то есть:  $a = 1 \times L$ ;  $a = 2 \times L$ ;  $a = 3 \times L$ .



В зависимости от позволяющей площади и удобства монтажа заземляющие стержни можно размещать в ряд, либо в виде какой ни будь фигуры (треугольник, квадрат и т.п.).

### Цель расчета защитного заземления.

Основной целью расчета заземления является определить число заземляющих стержней и длину полосы, которая их соединяет.

### Пример расчета заземления

Сопротивление растекания тока одного вертикального заземлителя (стержня):

$$R_0 = \frac{\rho_{\text{экв}}}{2\pi \cdot L} \left( \ln \left( \frac{2L}{d} \right) + 0.5 \ln \left( \frac{4T + L}{4T - L} \right) \right)$$

где –  $\rho_{\text{экв}}$  - эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом·м;  $L$  – длина стержня, м;  $d$  – его диаметр, м;  $T$  – расстояние от поверхности земли до середины стержня, м.

В случае установки заземляющего устройства в неоднородный грунт (двухслойный), эквивалентное удельное сопротивление грунта находится по формуле:

$$\rho_{\text{экв}} = \frac{\Psi \cdot \rho_1 \cdot \rho_2 \cdot L}{(\rho_1 (L - H + t_r) + \rho_2 (H - t_r))}$$

где –  $\Psi$  - сезонный климатический коэффициент (таблица 2);  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  – удельное сопротивления верхнего и нижнего слоя грунта соответственно, Ом·м (таблица 1);  $H$  – толщина верхнего слоя грунта, м;  $t$  - заглубление вертикального заземлителя (глубина траншеи)  $t = 0.7$  м.

Так как удельное сопротивление грунта зависит от его влажности, для стабильности сопротивления заземлителя и уменьшения на него влияния климатических условий, заземлитель размещают на глубине не менее 0.7 м.

Удельное сопротивление грунта		Таблица 1
Грунт	Удельное сопротивление грунта, Ом·м	
Торф	20	
Почва (чернозем и др.)	50	
Глина	60	
Супесь	150	
Песок при грунтовых водах до 5 м	500	



Песок при грунтовых водах глубже 5 м	1000
--------------------------------------	------

Заглубление горизонтального заземлителя можно найти по формуле:

$$T = \left( \frac{L}{2} \right) + t$$

Монтаж и установку заземления необходимо производить таким образом, чтобы заземляющий стержень пронизывал верхний слой грунта полностью и частично нижний.

Значение сезонного климатического коэффициента сопротивления грунта				Таблица 2
Тип заземляющих электродов	Климатическая зона			
	I	II	III	IV
Стержневой (вертикальный)	1.8 ÷ 2	1.5 ÷ 1.8	1.4 ÷ 1.6	1.2 ÷ 1.4
Полосовой (горизонтальный)	4.5 ÷ 7	3.5 ÷ 4.5	2 ÷ 2.5	1.5
Климатические признаки зон				
Средняя многолетняя низшая температура (январь)	от -20+15 по С	от -14+10 по С	от -10 до 0 по С	от 0 до +5 по С
Средняя многолетняя высшая температура (июль)	от +16 до +18 по С	от +18 до +22 по С	от +22 до +24 по С	от +24 до +26 по С

Количество стержней заземления без учета сопротивления горизонтального заземления находится по формуле:

$$n_0 = \frac{R_0 \cdot \psi}{R_n}$$

$R_n$  - нормируемое сопротивление растеканию тока заземляющего устройства, определяется исходя из правил ПТЭЭП (Таблица 3).

Наибольшее допустимое значение сопротивления заземляющих устройств (ПТЭЭП)		
Таблица 3		
Характеристика электроустановки	Удельное сопротивление грунта $\rho$ , Ом·м	Сопротивление Заземляющего устройства, Ом
Искусственный заземлитель к которому присоединяется нейтрали генераторов и трансформаторов, а также повторные заземлители нулевого провода (в том числе во вводах помещения) в сетях с заземленной нейтралью на напряжение, В:		
660/380	до 100	15
	свыше 100	$0.5 \cdot \rho$
380/220	до 100	30
	свыше 100	$0.3 \cdot \rho$
220/127	до 100	60
	свыше 100	$0.6 \cdot \rho$

Как видно из таблицы нормируемое сопротивление для нашего случая должно быть не больше 30 Ом. Поэтому  $R_n$  принимается равным  $R_n = 30$  Ом.

Сопротивление растекания тока для горизонтального заземлителя:

$$R_{\Gamma} = 0.366 \left( \frac{\rho_{\text{ЭКВ}} \cdot \Psi}{L_{\Gamma} \cdot \eta_{\Gamma}} \right) \cdot \lg \left( \frac{2 \cdot L_{\Gamma}^2}{b \cdot t} \right)$$

$L_{\Gamma}$ ,  $b$  – длина и ширина заземлителя;  $\Psi$  – коэффициент сезонности горизонтального заземлителя;  $\eta_{\Gamma}$  – коэффициент спроса горизонтальных заземлителей (таблица 4).

Длину самого горизонтального заземлителя найдем исходя из количества заземлителей:

$$L_{\Gamma} = a \cdot (n_0 - 1) \quad - \text{в ряд}; \quad L_{\Gamma} = a \quad - \text{по контуру}.$$

$a$  – расстояние между заземляющими стержнями.

Определим сопротивление вертикального заземлителя с учетом сопротивления растеканию тока горизонтальных заземлителей:

$$R_{\text{В}} = \frac{R_{\Gamma} \cdot R_{\text{Н}}}{(R_{\Gamma} - R_{\text{Н}})}$$

Полное количество вертикальных заземлителей определяется по формуле:

$$n = \frac{R_0}{R_{\text{В}} \cdot \eta_{\text{В}}}$$

$\eta_{\text{В}}$  – коэффициент спроса вертикальных заземлителей (таблица 4).

Коэффициент использования заземлителей

Таблица 4

Для горизонтальных заземлителей				Для вертикальных заземлителей			
Число электродов	По контуру			Число электродов	По контуру		
	Отношение расстояния между электродами к их длине $a/L$				Отношение расстояния между электродами к их длине $a/L$		
	1	2	3		1	2	3
4	0.45	0.55	0.65	4	0.69	0.78	0.85
5	0.4	0.48	0.64	6	0.62	0.73	0.8
8	0.36	0.43	0.6	10	0.55	0.69	0.76
10	0.34	0.4	0.56	20	0.47	0.64	0.71
20	0.27	0.32	0.45	40	0.41	0.58	0.67
30	0.24	0.3	0.41	60	0.39	0.55	0.65
50	0.21	0.28	0.37	100	0.36	0.52	0.62
70	0.2	0.26	0.35	-	-	-	-
100	0.19	0.24	0.33	-	-	-	-
Число электродов	В ряд			Число электродов	В ряд		
	Отношение расстояния между электродами к их длине $a/L$				Отношение расстояния между электродами к их длине $a/L$		
	1	2	3		1	2	3
4	0.77	0.89	0.92	2	0.86	0.91	0.94
5	0.74	0.86	0.9	3	0.78	0.87	0.91
8	0.67	0.79	0.85	5	0.7	0.81	0.87
10	0.62	0.75	0.82	10	0.59	0.75	0.81
20	0.42	0.56	0.68	15	0.54	0.71	0.78
30	0.31	0.46	0.58	20	0.49	0.68	0.77
50	0.21	0.36	0.49	-	-	-	-
65	0.2	0.34	0.47	-	-	-	-

Коэффициент использования показывает как влияют друг на друга токи растекания с одиночных заземлителей при различном расположении последних. При соединении параллельно, токи растекания одиночных заземлителей оказывают взаимное влияние друг на друга, поэтому чем ближе расположены друг к другу заземляющие стержни тем общее *сопротивление заземляющего контура больше*.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
направленность (профиль) - Высоковольтные электроэнергетика и электротехника**

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП			Б1.В.ДВ.5.2				
Дисциплина		Правила безопасности при эксплуатации электроустановок					
Курс	4	семестр	8				
Кафедра	физики, биологии и инженерных технологий						
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность			Морозов И.Н., к.т.н., доцент кафедры физики, биологии и инженерных технологий				
Общ. трудоемкость <sub>час/ЗЕТ</sub>		108/3	Кол-во семестров	1	Форма контроля	Зачет	
ЛК <sub>общ./тек. сем.</sub>	20/20	ПР/СМ <sub>общ./тек. сем.</sub>	20/20	ЛБ <sub>общ./тек. сем.</sub>	-/-	СРС <sub>общ./тек. сем.</sub>	68/68

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

(код, наименование)

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1)
- способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-10).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Вводный блок				
Не предусмотрен				
Основной блок				
ОПК-1, ПК-2, ПК-10	Опрос	1	30	На практических занятиях
ОПК-1, ПК-2, ПК-10	Решение задач	1	30	На практических занятиях
Всего:			60	5
ОПК-1, ПК-2, ПК-10	Зачет	Вопрос 1	20	По расписанию
		Вопрос 2	20	
Всего:			40	
Итого:			100	
Дополнительный блок				
	Не предусмотрен			

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов