

**Методические указания к выполнению контрольной работы**  
**по дисциплине**  
**«Пожарная безопасность систем тепло и электроснабжения»**

## Введение

При изучении курса «Пожарная безопасность систем тепло и электроснабжения» для студентов проводятся следующие виды учебных занятий: лекции, групповые и индивидуальные консультации, вебинары.

Основной формой учебной работы будут самостоятельные занятия. Учебные занятия во время пребывания студентов в университете должны закрепить знания, приобретенные во время самостоятельной работы.

Главной формой проверки знаний студентов в период самостоятельной работы является контрольная работа. Студенты, у которых контрольная работа не зачтена, к участию в экзаменационной сессии не допускаются.

Курс «Пожарная безопасность систем тепло и электроснабжения» состоит из шести разделов:

- в первом разделе предусматривается изучение основных причины пожаров в системах тепло и электроснабжения, общие принципы профилактики пожаров от нарушения правил устройства и эксплуатации электроустановок, классификацию пожароопасных и взрывоопасных зон.

- во втором разделе предусматривается изучение пожарной безопасности электрических сетей, классификацию электрических сетей, обеспечение пожарной безопасности электрических сетей: выбор проводов и кабелей, способов их прокладки; расчет необходимого сечения проводников; выбор аппаратов защиты.

- третий раздел охватывает пожарная безопасность силовых и осветительных электроустановок, электрические двигатели и аппараты управления общего назначения, а также их классификацию, взрывозащищенные электродвигатели и аппараты управления, характеристику причин пожароопасных режимов и состояний электродвигателей и аппаратов управления.

- в четвертом разделе изучаются вопросы пожарной безопасности оборудования для пожароопасных и взрывоопасных зон и выбора оборудования для пожароопасный и взрывоопасных зон, рассматривается воспламеняющая способность искр статического электричества, защита от статического электричества, способы устранения опасности статического электричества.

- в пятом разделе изучаются пожароопасность и взрывоопасность воздействия молнии, классификацию зданий и сооружений по молниезащите, виды молниеотводов: конструктивные типы и характеристики элементов, способы защиты населения и

- в шестом разделе взаимодействие органов Государственной противопожарной службы и Ростехнадзора, а также Росэнергонадзора за обеспечением надзора пожарной безопасности при проектировании и эксплуатации тепло и электроустановок. нормативно-техническая документация по эксплуатации, ремонту и техническому обслуживанию систем тепло и электрооборудования

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО КУРСУ «ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ ТЕПЛО И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»

Контрольная работа включает в себя ответ на два теоретических вопроса и решение двух задач. Номера вопросов и задач выбираются по таблице вариантов по последней и предпоследней цифрам пароля.

**Варианты контрольных заданий**

Предпоследняя цифра пароля	Последняя цифра пароля									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>0</b> Вопрос	1;31	2;30	3;29	4;28	5;27	6;26	7;25	8;24	9;25	10;24
Задачи	1;2	3;4	1;4	2;3	1;2	3;4	1;4	2;3	1;2	3;4
<b>1</b> Вопрос	12;22	13;21	14;20	15;19	16;18	17;31	18;32	19;30	20;31	11;23
Задачи	1;4	3;4	1;4	1;2	3;4	1;4	2;3	1;2	3;4	1;4
<b>2</b> Вопрос	10;31	12;31	3;29	1;31	12;31	10;25	11;4	1;31	7;1	9;24
Задачи	3;4	1;2	3;4	1;4	2;3	1;2	3;4	1;4	2;3	3;4
<b>3</b> Вопрос	31;8	1;31	18;31	30;15	13;31	5;18	2;30	3;29	4;28	5;27
Задачи	1;4	1;2	3;4	1;4	2;3	1;4	1;2	3;4	1;4	2;3
<b>4</b> Вопрос	1;31	1;31	2;30	3;29	4;28	5;27	6;26	7;25	8;24	2;30
Задачи	1;2	3;4	1;4	1;2	3;4	1;4	2;3	1;2	3;4	2;3
<b>5</b> Вопрос	13;29	2;30	3;29	4;28	5;27	6;26	7;25	8;24	9;25	11;25
Задачи	1;2	3;4	1;4	2;3	1;2	3;4	1;4	2;3	1;2	2;3
<b>6</b> Вопрос	21;31	2;30	3;29	4;28	5;27	6;26	7;25	1;14	5;22	8;27
Задачи	1;2	3;4	1;4	2;3	1;2	3;4	1;4	2;3	1;2	3;4
<b>7</b> Вопрос	7;23	8;19	16;31	2;30	3;29	4;28	5;27	6;26	7;25	3;24
Задачи	2;3	1;4	2;3	1;2	3;4	2;3	1;4	2;3	1;2	3;4
<b>8</b> Вопрос	12;30	10;29	7;28	3;15	10;31	2;30	3;29	4;28	5;27	6;26
Задачи	2;3	1;2	1;4	2;3	1;4	2;3	1;2	3;4	2;3	1;2
<b>9</b> Вопрос	2;30	3;29	4;28	5;27	6;26	7;25	8;24	9;25	10;24	1;31
Задачи	1;4	2;3	1;2	3;4	2;3	1;2	1;4	2;3	1;4	2;3

## Теоретические вопросы

1. Основные термины и определения.
2. Общие принципы профилактики пожаров от нарушения правил устройства и общие свойства и характер среды помещений и наружных установок.
3. Виды и уровни взрывозащиты
4. Взрывозащищенное электрооборудование.
5. Маркировка взрывозащищенного электрооборудования.
6. Методы выбора электрооборудования для пожароопасных и взрывоопасных зон.
7. Взрывоопасные смеси, их классификация по группам и подгруппам.
8. Сущность и характеристика типовых причин пожаров от электроустановок.
9. Общие требования к выбору, монтажу и эксплуатации электрооборудования.
10. Классификация электрических сетей.
11. Электроосвещение. Виды освещения (рабочее, аварийное и эвакуационное) и требования.
12. Соблюдение требований по монтажу и эксплуатации электрических сетей.
13. Электрические светильники, виды, назначение и устройство.
14. Аппараты защиты, их назначение, виды, номинальные параметры и конструктивные особенности.
15. Тепловые и электрические двигатели и аппараты управления общего назначения.
16. Пожарная опасность проводов, кабелей и аппаратов защиты.
17. Характеристика причин пожароопасных режимов и состояний электродвигателей и аппаратов управления.
18. Обеспечение пожарной безопасности: выбор исполнения, соблюдение требований по монтажу и эксплуатации тепло и электродвигателей, аппаратов управления.
19. Маркировка электрооборудования общего назначения.
20. Взрывозащищенные электродвигатели и аппараты управления.
21. Требования к защитному заземлению и занулению.
22. Конструкция, маркировка и область применения проводов и кабелей, способы их прокладки.
23. Требования к молниезащитным устройствам зданий и сооружений
24. Способы борьбы с накоплением зарядов статического электричества.
25. Назначение и виды обслуживания тепло и электроустановок: осмотры, межремонтное обслуживание.
26. Профилактические испытания, система планово-предупредительных ремонтов.
27. Методика обследования и оценки противопожарного состояния тепло и электрооборудования объектов, молниезащиты и защиты от статического электричества.
28. Техника безопасности при проведении обследования объектов.
29. Методика проведения экспертизы электротехнической части проекта, для вновь строящихся и реконструируемых объектов, проекта молниезащиты и защиты от статического электричества.
30. Проектная, паспортно-эксплуатационная и нормативная документация.
31. Взаимодействие органов Государственной противопожарной службы и Ростехнадзора.

## ЗАДАЧИ

### Задача1.

Молниезащита зарядного пункта электропогрузчиков выполнена в виде отдельно стоящего стержневого молниеотвода, представленного на схеме (рис. 1). Определить необходимую высоту молниеотвода для создания зоны защиты типов А и Б. Значения  $h_x$  и  $R_x$  показаны на схеме.

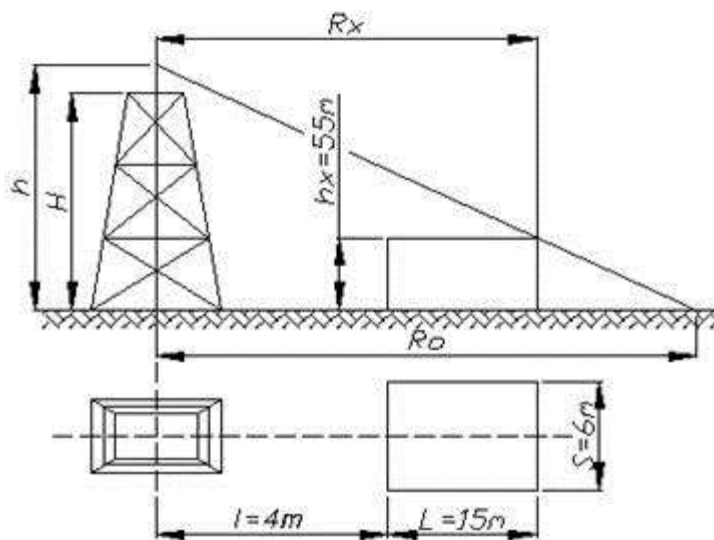


Рис. 1. Схема молниезащиты

### Методические указания по выполнению задачи №1

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой  $h$  представляет собой круговой конус, вершина которого находится на высоте  $h_0 < h$ . На уровне земли зона защиты образует круг радиусом  $r_0$ . Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения  $h_x$  представляет собой круг радиусом  $R_x$ .

Зоны защиты молниеотводов имеют следующие габаритные размеры:

Зона А:  $h_0 = 0,85h$ ;  $r_0 = (1,1 - 0,002h) \cdot h$ ;  $R_x = (1,1 - 0,002h)(h - h_x/0,85)$ .

Зона Б:  $h_0 = 0,92h$ ;  $r_0 = 1,5h$ ;  $R_x = 1,5(h - h_x/0,92)$ ,

$R_x = (L+l)$ , м ( на рис. 1).

Необходимо определить необходимую высоту молниеотвода для создания зоны защиты типов А и Б.

Исходные данные к задаче (табл.1).

Таблица 1

Вариант (последняя цифра пароля)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$h_x$ , м	5,6	5,5	5,8	5,5	5,7	5,2	5,9	5,3	5,4	5,1
$R_x$ , м	15	16	18	19	17	20	15	16	18	21

При известных значениях  $h_x$  и  $R_x$  высота одиночного стержневого молниеотвода для зоны Б может быть определена по формуле

$$h = (R_x + 1,63h_x)/1,5, \text{ м}$$

Ориентируясь на типовые конструкции, принимаем высоту стержневого молниеотвода  $h = 25$  м. и определяем радиус зоны защиты типа А на заданной высоте  $h_x$  по формуле (1.2)

$$R_{xa} = (1,1 - 0,002h)(h - h_x / 0,85), \text{ м}$$

## Задача № 2

Сотрудник офиса коснулся корпуса холодильника, который в результате неисправности оказался электрически связанным с питающим фазным проводом (рис.2).

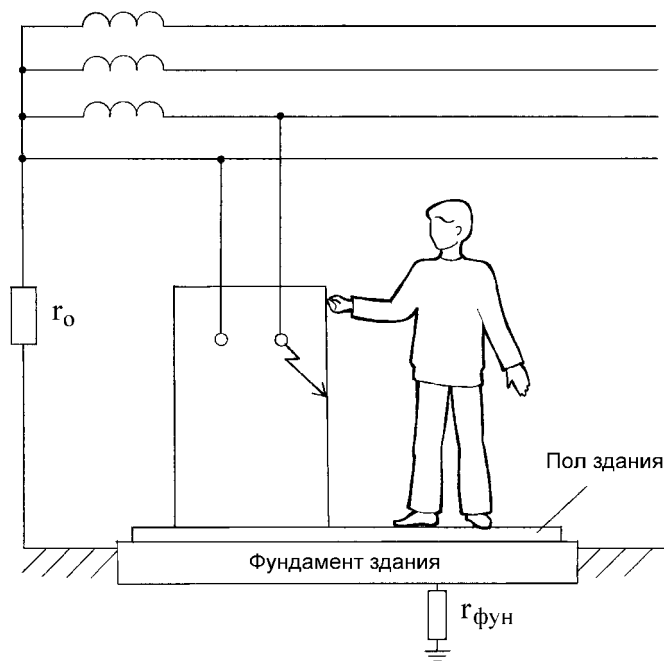


Рисунок 2

## Методические указания по выполнению задачи №2

Корпус холодильника не занулен и не касается никаких заземленных конструкций. Питающая сеть трехфазная четырехпроводная с заземленной нейтралью, фазное напряжение - 220 В. Сотрудник стоит на деревянном полу в промокших из-за дождя ботинках. Определите значения токов проходящих через тело человека при разной влажности пола, опишите, какие ощущения будет испытывать сотрудник в двух указанных случаях. Определите значения напряжений прикосновения при разном состоянии пола. Как зависит сопротивление тела человека от величины напряжения прикосновения?

Таблица 2

Вариант (последняя цифра пароля)	$r_o$ , Ом	$r_b$ , Ом	$r_n$ , Ом		$r_{фун}$ , Ом	$R_h$ , Ом
			пол мокрый	пол сухой		
0	2,8	220	2600	24000	35	1800
1	3,7	20	530	100000	48	800
2	5,9	55	2100	58000	17	1200
3	6,8	140	1500	230000	74	1300
4	3,3	130	740	89000	27	900
5	4,0	80	2500	26000	25	1500
6	3,4	120	1600	6000	45	1200
7	6,1	100	1200	80000	66	1000
8	8,0	60	2300	76000	88	1100
9	4,0	55	700	66000	22	1400

$r_o$  – сопротивление заземления нейтрали;

$r_b$  – сопротивление ботинок;

$r_n$  – сопротивление пола между подошвами ботинок и "землей";

$r_{фун}$  – сопротивление растеканию тока с фундаментом здания;

$R_h$  – сопротивление тела человека.

Ток через тело человека определяется по формуле:

$$I_h = \frac{E}{R_h + r_b + r_{фун} + r_n + r_o},$$

где  $E$  – фазное напряжение питающей сети.

Напряжение на теле человека (напряжение прикосновения) рассчитываются по формуле:

$$U_{np} = I_h \cdot R_h$$

### Задача 3

Грузовые прирельсовые склады хлопчатобумажных изделий, находящиеся в зоне интенсивной грозовой деятельности имеют различные размеры (ширину, длину и высоту).

Складские помещения, содержащие твердые или волокнистые горючие вещества (дерево, ткани и т.п.), относятся к пожароопасным помещениям класса II-IIa, производственные здания и сооружения с зонами класса II-IIa требуют устройства молниезащиты III категории, которая обязательна в местностях со средней интенсивностью грозовой деятельности более 20 ч в год.

Для объектов III категории зону защиты молниеотводов типа А принимают при  $N > 2$ , а типа Б – при  $N < 2$ .

### Методические указания по выполнению задачи №3

Интенсивность грозовой деятельности  $N = 50$  ч/год. Среднее число ударов молнии на  $1 \text{ км}^2$  в год  $n = 6$ . Рассчитать зону защиты для грузовых складских помещений имеющих различные размеры. Сделать вывод с какой зоной защиты необходимо предусмотреть устройство молниеотвода.

Исходные данные к задаче (табл.3).

Таблица 3

Вариант (последняя цифра пароля)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
S, м	23	25	30	22	24	32	28	21	22	26
L, м	70	80	66	62	72	64	70	74	80	82
$h_x$ , м	8	8,5	9	7	10,5	11	11,5	9,5	8,5	12,5

Тип зоны защиты молниеотводов для объектов II и III категорий от ожидаемого числа поражений молнией в год зданий и сооружений, не имеющих молниезащиты, которое можно определить по формуле:

$$N = (S + 6h_x)(L + 6h_x)n \cdot 10^{-6},$$

где S, L,  $h_x$  - соответственно ширина, длина, наибольшая высота защищаемого здания, м;

n – среднее число ударов молнии в  $1 \text{ км}^2$  земной поверхности в месте расположения здания.

### Задача № 4

Возвращаясь домой после презентации нового проекта офис-менеджер сбился с дороги и оказался недалеко от карьера. Обходя лужу, он поднялся на кучу земли и, удерживая равновесие, взялся за провод радиотелефона. Провода радиотелефона из-за обрыва касались фазного провода линии электропередачи (рис.4).



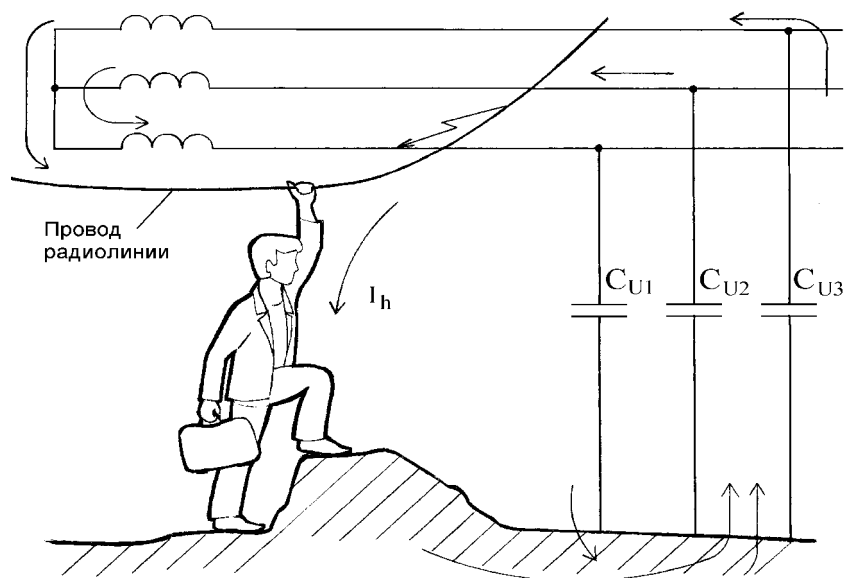


Рисунок 4

## Методические указания по выполнению задачи №2

Линия, питающая электрооборудование карьера, трехфазная, трехпроводная, нейтральная точка источника питания изолирована. Емкости между фазными проводами линии и землей одинаковы, активной проводимостью изоляции пренебречь. Частота напряжения питающей линии - 50Гц. Земля после дождя сырая, обувь мокрая; сопротивлениями растеканию тока с ног пострадавшего и сопротивлением обуви пренебречь. Определите значения напряжений прикосновения в данной ситуации.

Исходные данные к задаче (табл.4).

Таблица 4

Вариант (последняя цифра пароля)	$C_{и}, \Phi$	$R_h, \text{Ом}$	$E, \text{В}$
0	$3 \cdot 10^{-6}$	670	380
1	$2 \cdot 10^{-6}$	680	380
2	$5 \cdot 10^{-7}$	850	220
3	$7 \cdot 10^{-7}$	720	380
4	$1,2 \cdot 10^{-6}$	960	220
5	$4 \cdot 10^{-7}$	1300	127
6	$1,4 \cdot 10^{-7}$	1200	220
7	$6 \cdot 10^{-7}$	1100	380
8	$1,5 \cdot 10^{-7}$	1500	220
9	$4 \cdot 10^{-7}$	900	127

$C_{и}$  – емкость между фазным проводом и землей

$R_h$  – сопротивление тела человека

$E$  – фазное напряжение источника питания

В данной сети  $X_{и}$  – емкостное сопротивление между фазным проводом и землей

$$X_{и} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C_{и}},$$

где  $f$  – частота питающей сети.

Действующее значение тока через тело человека  $I_h$  вычисляется по формуле:

$$I_h = \frac{E}{\sqrt{R_h^2 + \left(\frac{X_{и}}{3}\right)^2}},$$

где  $E$  – фазное напряжение.

Действующее значение напряжения прикосновения определяется по формуле:

$$U_{пр} = I_h R_h$$