

«Безопасность жизнедеятельности»

## Лекция № 17

# тема «Средства защиты от электрического тока»

Учебные вопросы:

- 1.Заземление оборудования.
- 2.Устройства защитного отключения.
- 3.Средства индивидуальной защиты от электрического тока.
- 4.Организационные и организационно-технические виды защиты

Литература: [1.3]

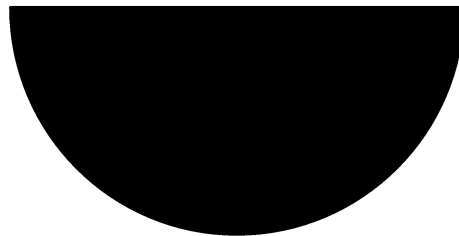
Самостоятельно изучить:

Правила устройства электроустановок,  
7-е издание

# 1. Заземление оборудования

Проводящая часть оборудования или совокупность соединенных между собой проводящих частей оборудования, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду, называют **заземлением**.

Пусть заземлитель имеет форму полусферы

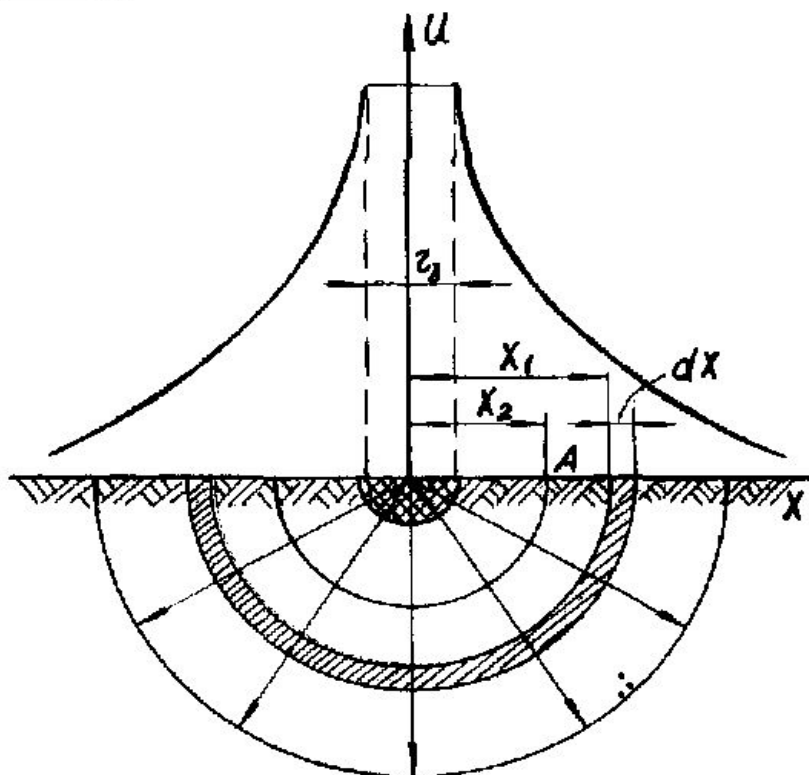


$$E = \rho \cdot j,$$

где  $E$  – напряженность электрического поля,

$\rho$  – удельное сопротивление грунта,

$j$  – плотность электрического тока в зоне растекания в земле



$$dU = E \cdot dx$$

Потенциал точки А, т.е. напряжение относительно бесконечно удалённой точки, обладающей нулевым потенциалом

$$\varphi_A = U_A = \int_{x_a}^{\infty} dU = \frac{I_{\zeta} \cdot \rho}{2\pi \cdot x_A}$$

Часть земли, находящейся вне зоны влияния заземлителя, электрический потенциал которой принимается равным нулю, называется **зоной нулевого потенциала**.

Зона земли между заземлителем и зоной нулевого потенциала называется **зоной растекания**.

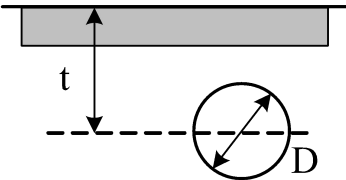
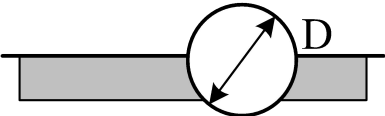
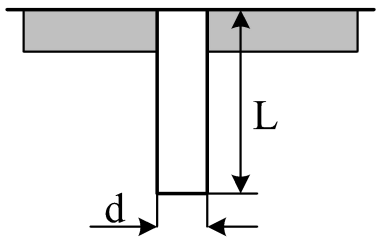
$\varphi_{max}$  - сам заземлитель

$$U_3 = I_3 \cdot R_3$$

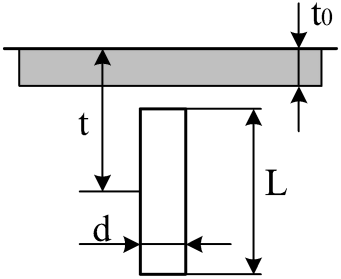
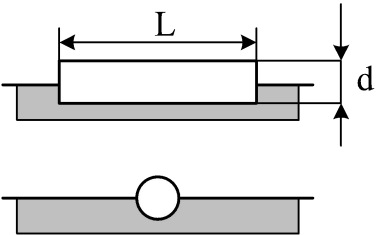
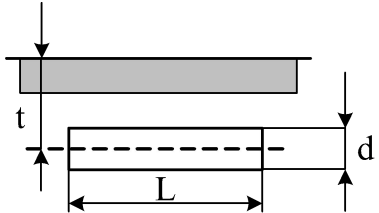
$R_3$  – сопротивление растеканию тока

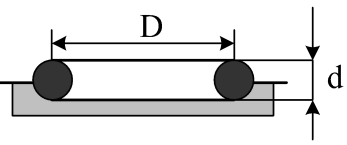
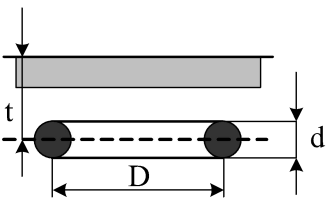
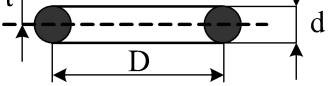
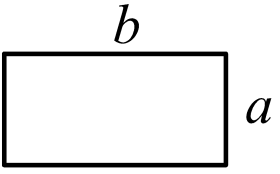
$$R_{\zeta} = \frac{\rho}{2\pi \cdot x_A}$$

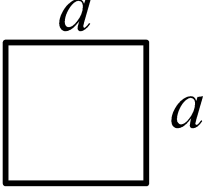
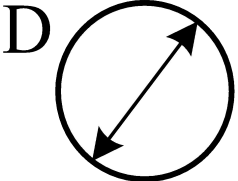
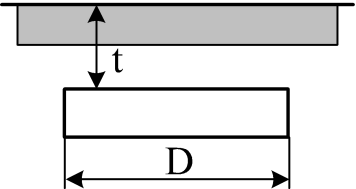
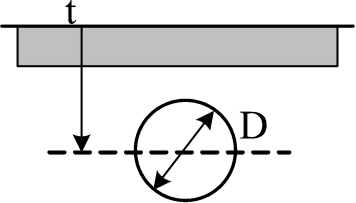
## Формулы для вычисления сопротивлений некоторых одиночных заземлителей (электродов) растеканию тока в однородной земле

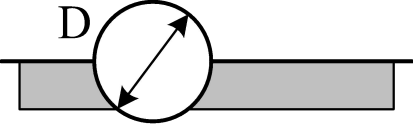
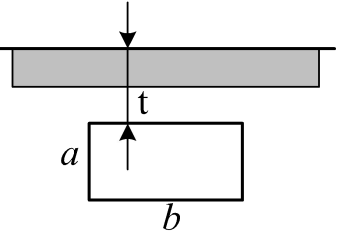
Тип заземлителя	Схема	Формула	Условия применения
1	2	3	4
Шаровой в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi D} (1 + D/4t)$	$2t \gg D$
Полушаровой у поверхности земли		$R = \frac{\rho}{\pi D}$	-
Стержневой круглого сечения (трубчатый) или уголкового у поверхности земли		$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{4L}{d}$	$L \gg d$ См. примеч. 2



Тип заземлителя	Схема	Формула	Условия применения
1	2	3	4
То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{2L}{d} + 0,5 \ln \frac{4t + L}{4t - L} \right)$	$L \gg d$ $M \gg 0,5$ См. примеч. 2
Протяжённый на поверхности земли (стержень, труба, полоса, кабель и т.п.)		$R = \frac{\rho}{\pi L} \ln \frac{2L}{d}$	$L \gg d$  См. примеч. 3
То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{td}$	$L \gg d$ $L \gg 4t$ См. примеч. 3

Тип заземлителя	Схема	Формула	Условия применения
1	2	3	4
Кольцевой на поверхности земли		$R = \frac{\rho}{\pi^2 D} \ln \frac{8D}{d}$	$D \gg d$ См. примеч. 3
То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left( \ln \frac{8D}{d} + \frac{\pi D}{4t} \right)$	$D \gg d$ $D \ll 2t$ См. примеч. 3
		$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \ln \frac{4\pi D^2}{dt}$	$D \gg d$ $D \gg 2t$ См. примеч. 3
Прямоугольная пластина на поверхности земли		$R = \frac{\rho}{\pi a} \ln \frac{4a}{b}$	-

Тип заземлителя	Схема	Формула	Условия применения
1	2	3	4
Квадратная пластина на поверхности земли		$R = 0,44 \frac{\rho}{a}$	-
Круглая пластина на поверхности земли		$R = \frac{\rho}{2D}$	-
Круглая пластина в земле		$R = \frac{\rho}{4D} \left( 1 + \frac{2}{\pi} \arcsin \frac{D}{\sqrt{16t^2 + D^2}} \right)$	$2t \gg D$
Круглая пластина в земле (поставлена на ребро)		$R = \frac{\rho}{4D \left( 1 + \frac{D}{2\pi t} \right)}$	$t > 0,5d$

Тип заземлителя	Схема	Формула	Условия применения
1	2	3	4
То же у поверхности земли		$R = \frac{\rho}{2D}$	-
Пластина в земле (поставлена на ребро)		$R = \frac{\rho}{2\pi a} \left( \ln \frac{4a}{b} + \frac{a}{4t} \right)$	$2t \gg a$

Примечания.

1. В формулах  $\rho$ -удельное электрическое сопротивление земли, Ом·м (1 Ом·м – сопротивление куба земли с ребром 1м); размеры - в метрах, R – в Омах.
2. Для уголка с шириной полки  $b$  принимать  $d=0,95b$
3. Для полосы с ширины  $b$  принимать  $d=0,5b$

# Напряжение прикосновения

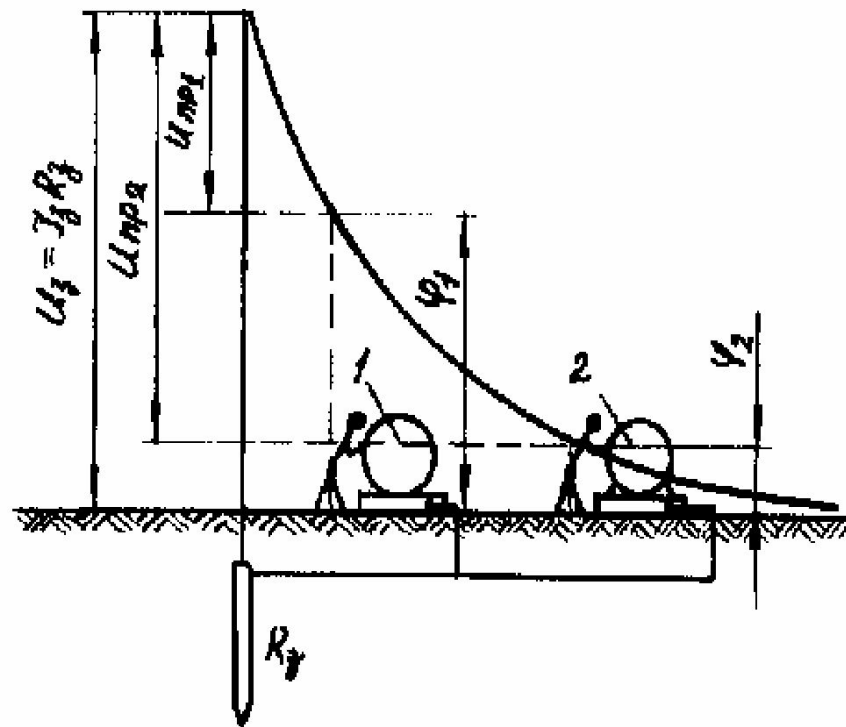
$$U_{\text{пр}} = \varphi_{\text{р}} - \varphi_{\text{н}},$$

$\varphi_{\text{р}}$  – потенциал руки,

$\varphi_{\text{н}}$  – потенциал ноги.

$$\varphi_{\delta} = U_{\zeta}$$

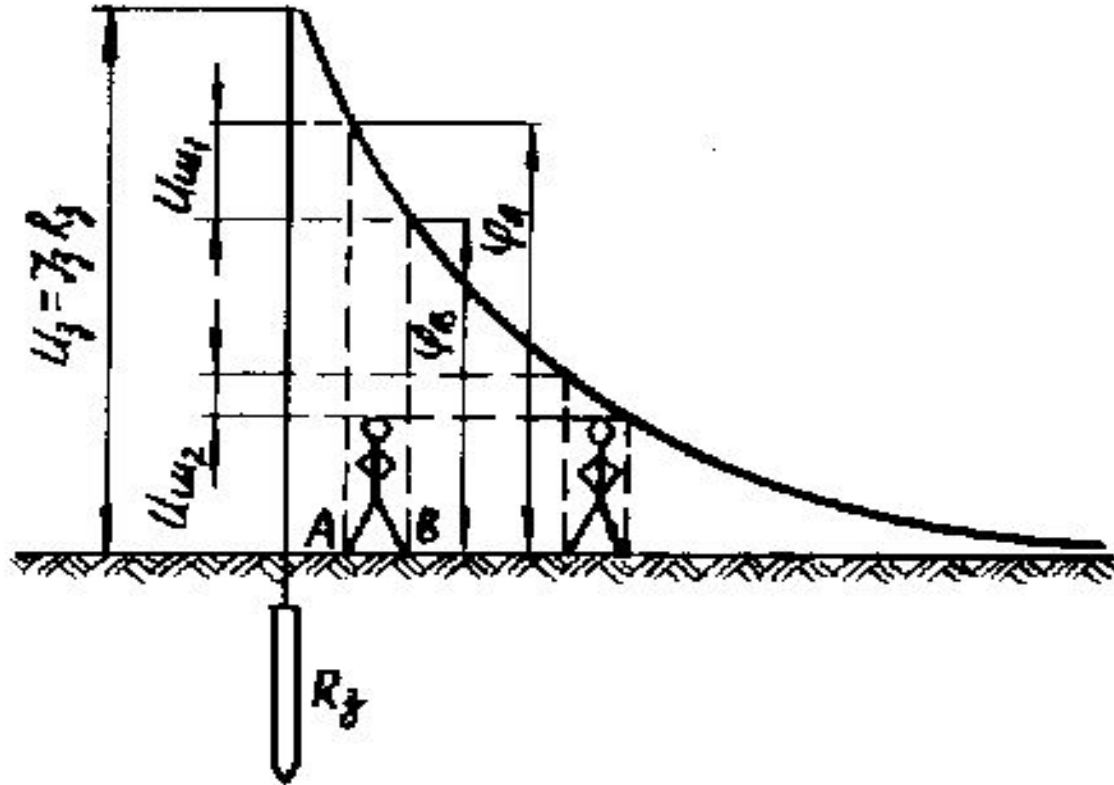
$$\varphi_{\text{і}} = I_{\zeta} \cdot \frac{\rho}{2\pi x_A}$$





# Напряжение шага

$$U_{\text{ш}} = \varphi_A - \varphi_B$$



## 2. Устройства защитного отключения (УЗО)

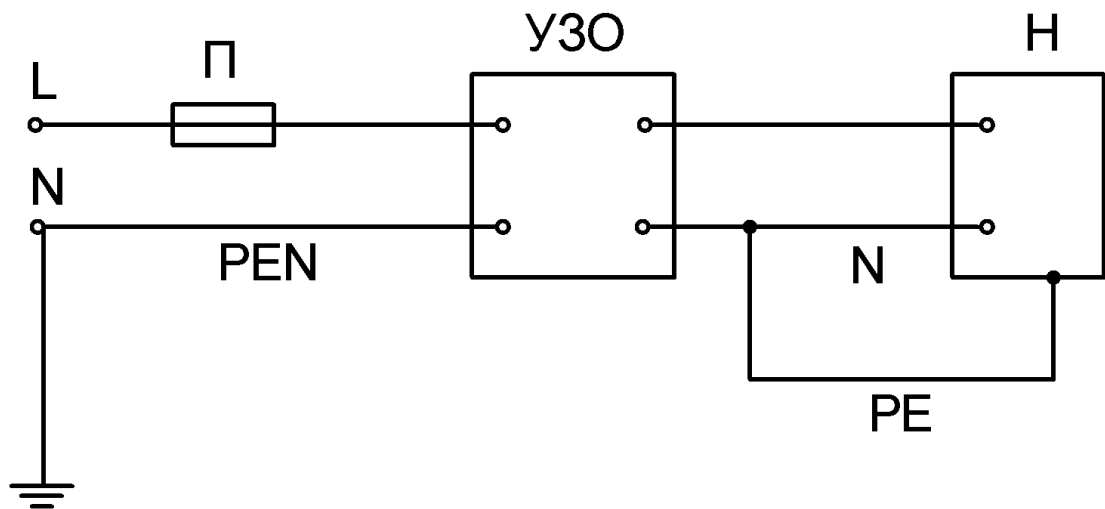
$Z_{\tau}$

Могут устанавливаться:

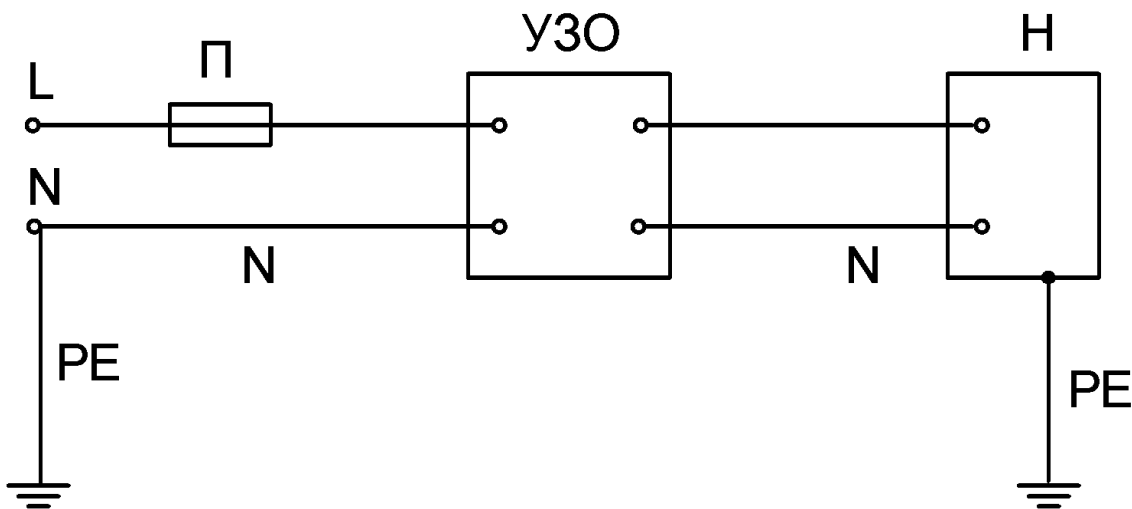
- на всё здание,
- на групповых линиях,
- на конкретного потребителя



# Схемы включения УЗО в сетях типа TN



а) правильно (TN-C-S или TN-S)



б) неправильно (TN-C)

### 3. Средства индивидуальной защиты

При работе в электроустановках используются:

- средства защиты от поражения электрическим током (электрозащитные средства),
- средства индивидуальной защиты.

Электрозащитные средства:

**Основные** – это средства, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок и позволяет работать на токоведущих частях, находящихся под напряжением.

**Дополнительные** – дополняют основные.

## Основные электрозащитные средства при работе в ЭУ выше 1 кВ:

- изолирующие штанги,
- изолирующие клещи,
- указатели напряжения,
- специальные средства защиты при работе в сетях 110 кВ и выше.

## Дополнительные:

- диэлектрические боты и перчатки,
- диэлектрические коврики и изолирующие подставки,
- изолирующие колпаки и накладки,
- штанги для переноса и выравнивания потенциала,
- лестницы приставные, стремянки изолирующие.

## Основные электрозащитные средства при работе в ЭУ до 1 кВ:

- изолирующие штанги,
- изолирующие и электроизмерительные клещи,
- указатели напряжения,
- диэлектрические перчатки,
- ручной изолирующий инструмент.

## Дополнительные:

- диэлектрические галоши,
- диэлектрические коврики и подставки,
- изолирующие колпаки, накладки и покрытия,
- лестницы и стремянки.

К электрозащитным средствам также относятся:

- сигнализаторы наличия напряжения индивидуальные и стационарные,
- защитные ограждения (щиты и ширмы),
- переносные заземления.

## Средства индивидуальной защиты:

- средства защиты головы (каска),
- средства защиты глаз и лица (очки и щитки защитные),
- средства защиты рук,
- средства защиты от падения с высоты (пояса, канаты),
- одежда специальная (комплект защиты от электрической дуги).

# 4. Организационно-техническая защита

## I. Периодическая проверка

- сопротивления заземления,
- электрозащитных средств.

Наименование средств защиты	Напряжени е электроуст ановок, кВ	Испытат ельное напряже ние, кВ	Продолж ительнос ть испытан ия, мин.	Ток, протека ющий через изделие, мА, не более	Периоди чность испытан ий
Штанги изолирующие (кроме измерительных)	до 1	2	5	-	1 раз в 24 мес.
	до 35	3-кратное линейное, но не менее 40	5	-	
	110 и выше	3-кратное фазное	5	-	

<b>Наименование средств защиты</b>	<b>Напряжение электроустановок, кВ</b>	<b>Испытательное напряжение, кВ</b>	<b>Продолжительность испытания, мин.</b>	<b>Ток, протекающий через изделие, мА, не более</b>	<b>Периодичность испытаний</b>
Изолирующие клещи	до 1	2	5	-	1 раз в 24 мес.
	выше 1 до 10	40	5	-	
	до 35	105	5	-	
Указатели напряжения до 1000 В : изоляция корпусов	до 0,5	1	1	-	1 раз в 12 мес.
	выше 0,5 до 1	2	1	-	
Электроизмерительные клещи	до 1	2	5	-	1 раз в 24 мес.
	выше 1 до 10	40	5	-	
Перчатки диэлектрические	все напряжения	6	1	6	1 раз в 6 мес.
Боты диэлектрические	все напряжения	15	1	7,5	1 раз в 36 мес.



Наименование средств защиты	Напряжение электроустановок, кВ	Испытательное напряжение, кВ	Продолжительность испытания, мин.	Ток, протекающий через изделие, мА, не более	Периодичность испытаний
Галоши диэлектрические	до 1	3,5	1	2	1 раз в 12 мес.
Изолирующие накладки: жёсткие	до 0,5	1	5	-	1 раз в 24 мес.
	выше 0,5 до 1	2	5	-	
Изолирующие колпаки на жилы отключённых кабелей	до 10	20	1	-	1 раз в 12 мес.
Гибкие изолирующие покрытия для работ под напряжением в электроустановках до 1000 В	до 1	6	1	1 мА/1дм <sup>2</sup>	1 раз в 12 мес.
Приставные изолирующие лестницы и стремянки	до 1 и выше	1 на 1 см длины	1		1 раз в 6 мес.

На выдержавшие испытания средства защиты, применение которых зависит от напряжения электроустановки, кроме инструмента с изолированными рукоятками и указателей напряжения до 1000 В, ставится штамп следующей формы:

№ _____
Годен до _____ кВ
Дата следующего испытания « _____ » 200 ____ г.
_____ (наименование лаборатории)

На средства защиты, применение которых не зависит от напряжения электроустановки (диэлектрические перчатки, галоши, боты и т.п.) ставится штамп следующей формы:

№ \_\_\_\_\_

Дата следующего испытания « \_\_\_\_\_ » 200 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(наименование лаборатории)

## II. Плакаты и знаки безопасности

### Плакаты запрещающие

**НЕ ВКЛЮЧАТЬ**  
работают люди

**НЕ ОТКРЫВАТЬ**  
работают люди

**НЕ ВКЛЮЧАТЬ**  
работа на линии


**РАБОТА**  
**ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ**  
повторно не включать

### Плакаты предупреждающие

 **ИСПЫТАНИЕ**  
опасно  
для жизни

**ОПАСНОЕ**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ**  
БЕЗ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ  
ПРОХОД ЗАПРЕЩЕН

 **СТОЙ**  
напряжение

 **НЕ ВЛЕЗАЙ**  
убьет

# Плакаты указательные




ЗАЗЕМЛЕНО

# Плакаты предписывающие



РАБОТАТЬ

здесь



ВЛЕЗАТЬ

здесь

# Организационный вид защиты

1. Обучение персонала
2. Оформление нарядов на проведение работ с повышенной опасностью