



Ставропольский государственный
аграрный университет



**КАФЕДРА
«ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ»**

«ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ»

**ДОЦЕНТ КАФЕДРЫ ПРИВАЛОВ
ЕВГЕНИЙ ЕВГРАФОВИЧ**



Ставропольский государственный
аграрный университет



ЛЕКЦИЯ № 4

Опасность прикосновения к токоведущим частям в однофазных электрических сетях



Ставропольский государственный
аграрный университет



Учебные цели

Знать тип, состав, достоинства
и недостатки одиночных
заземляющих устройств (ОЗУ).



Ставропольский государственный
аграрный университет



Учебные вопросы

1. Типы, состав, достоинства и недостатки ОЗУ.
2. Расчет и конструкция ОЗУ.



Учебная литература.

- 1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд. М: НОРМАТИКА, 2020. – 464с.**
- 2. Основы электробезопасности. Ч. II: заземление электроустановок систем электроснабжения: учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М. – Берлин-Медиа, 2016. – 156с.**



1. Типы, состав, достоинства и недостатки ОЗУ.

Требования к электродам.

1. Малое сопротивление.
2. Надежность и прочность.
3. Оптимальная стоимость.
4. Стойкость к токам замыкания на землю.



Ставропольский государственный аграрный университет



Заземляющее устройство – это совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Заземлитель – металлические проводники, находящиеся в непосредственном соприкосновении с землей.

Заземляющие проводники – проводники, соединяющие заземляющие части электроустановки с заземлителем.



Ставропольский государственный
аграрный университет



ОЗУ обеспечивает защиту электроустановки, а также защиту людей от воздействия опасных токов, возникающих в аварийных режимах и при разрядах молний на объекте.



Типы.

ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА



ВЫНОСНЫЕ

(СОСРЕДОТОЧЕННЫЕ)

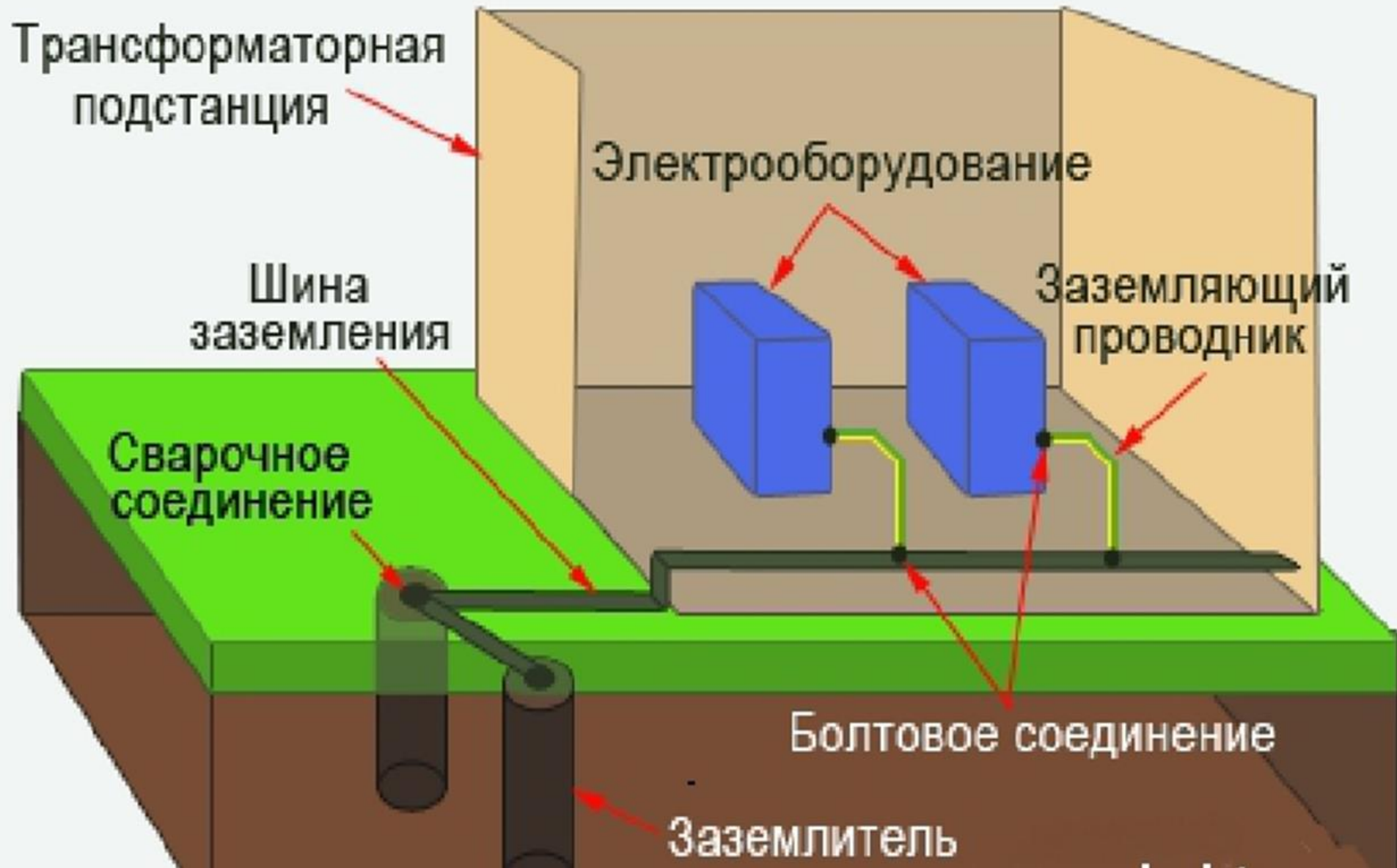


КОНТУРНЫЕ

(РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ)



Ставропольский государственный аграрный университет





ОЗУ с глубинным электродом (6М).

Достоинства.

- 1. Высокая эффективность.**
- 2. Компактность.**
- 3. Не зависимость качества заземления от сезона (зима – лето).**

Недостатки.

- 1. Высокая стоимость буровых работ.**
- 2. Необходимость сварки к контуру.**
- 3. Срок службы электродов 5-15 лет.**



2. Расчет и конструкция ОЗУ.

Электроды вертикальные.

- 1. Стальной уголок, стержень, полоса, труба 2-3м длиной.**
- 2. Стальной стержень-модуль горячей оцинковки 1,5м.**
- 3. Стальная модульная труба.**



Расчет сопротивления заземления электрода.

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \left(\frac{2L}{d} \right) + 0,5 \ln \left(\frac{4T + L}{4T - L} \right) \right]$$

где:

ρ - удельное электрическое сопротивление грунта (Ом*м)

L - длина электрода (м)

d - диаметр электрода (м)

T - заглубление электрода (м)

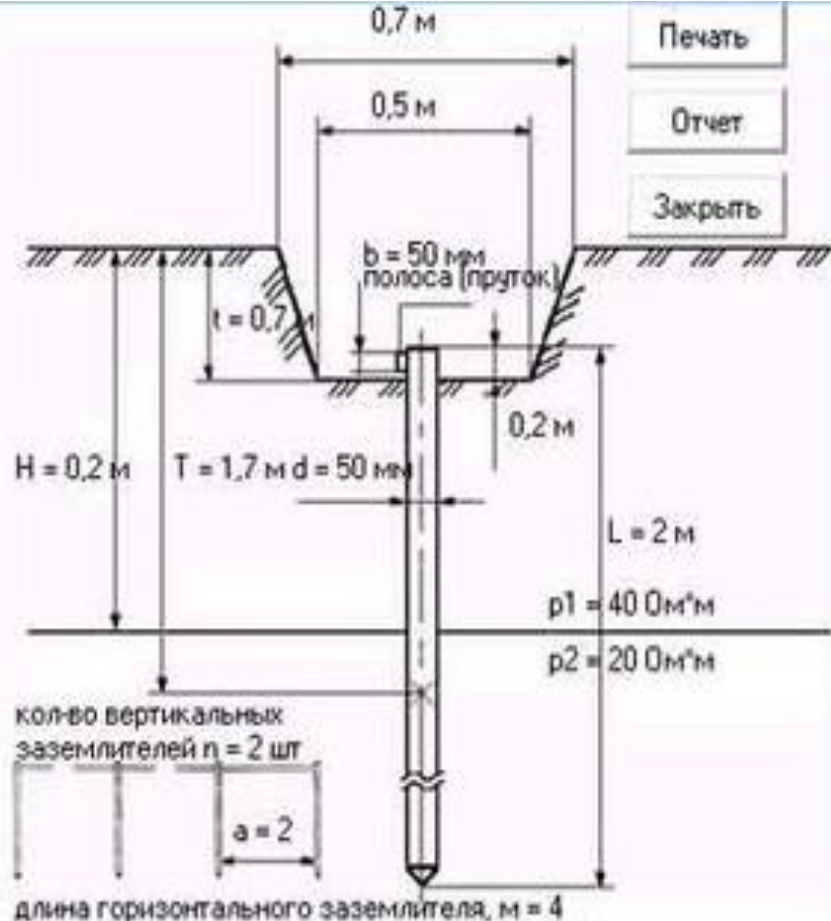
Расчет заземления

Исходные данные

- Длина вертикального заземлителя L , м = 2
 Расстояние между вертикальными заземлителями $1 \times L$, а = 2 м
 Диаметр (ширина) вертикального заземлителя d , мм = 50
 Заглубление вертикального заземлителя t , м = 0,7
 Толщина верхнего слоя грунта H , м = 0,2
 Ширина (диаметр) горизонтального заземлителя b , мм = 50
 Расстояние от центра вертикального заземлителя до поверхности земли T , м = 1,7
 Сезонный климатический коэффициент вертикального заземлителя, $C_v = 3,5$
 Сезонный климатический коэффициент горизонтальной заземлителя, $C_g = 3,5$
 Удельное сопротивление верхнего слоя грунта ρ_1 , Ом*м = 40
 Удельное сопротивление нижнего слоя грунта ρ_2 , Ом*м = 20
 Материал вертикального заземлителя: полоса
 Материал горизонтального заземлителя: полоса
 Расположение заземлителей: по контуру
 Вид заземления: Повторное заземление нулевого провода на вводе в объект
 Нормируемое сопротивление при $U = 380/220В$, Ом = 4
 Коэффициент использования вертикального заземлителя = 0,69
 Коэффициент использования горизонтального заземлителя = 0,45

Расчет

- Эквивалентное удельное сопротивление, Ом*м = 16,47
 Сопротивление одиночного вертикального заземлителя, Ом = 6,14
 Коэффициент заземления при R уд. экв. менее 100 Ом*м = 1
 Нормируемое сопротивление, при этом, составляет, Ом = 4
 Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя, Ом = 42,15
 Сопротивление растекания искусственного заземления, Ом = 4,42
 Количество вертикальных заземлителей, шт = 2
 Длина горизонтального заземлителя, м = 4



$$\rho_{\text{экв}} = \Psi \rho_1 \rho_2 L / [\rho_1 \Psi (L - H + t) + \rho_2 (H - t)]$$

$$R_0 = [\rho_{\text{экв}} / 2\pi L] [\ln(2L/D) + 0,5 \ln((4T + L)/(4T - L))]$$

$$R_{\text{норм}} = R_{\text{н}} \rho_{\text{экв}} / 100 \text{ при } \rho_{\text{экв}} > 100 \text{ Ом м}$$

$$R_{\text{г}} = 0,366 (\rho_{\text{экв}} \Psi / L_{\text{г}} \eta_{\text{г}}) \lg(2L_{\text{г}}^2 / bt)$$

$$R_{\text{в}} = (R_{\text{г}} R_{\text{н}}) / (R_{\text{г}} - R_{\text{н}})$$

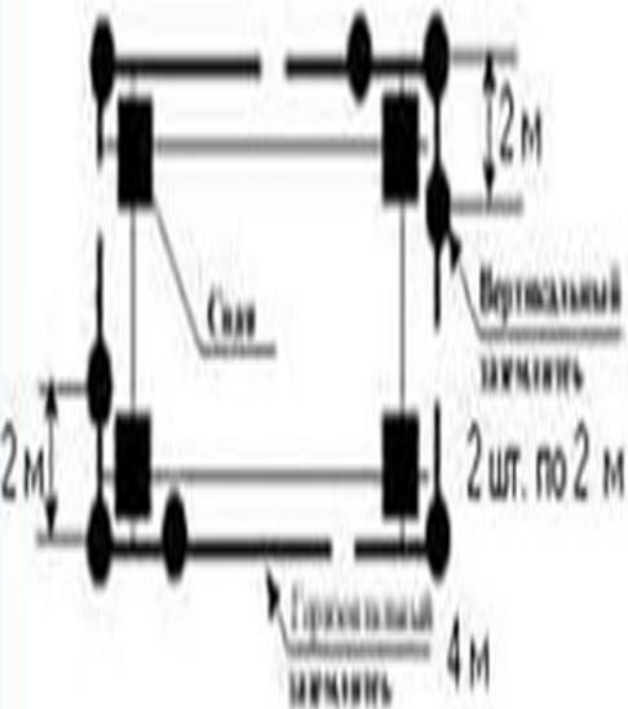
$$n = R_0 / R_{\text{в}} \eta_{\text{с}}$$

$$L_{\text{г}} = a(n - 1) \text{ в ряд, } L_{\text{г}} = a(n) \text{ по контуру}$$

[Печать](#)[Отчет](#)[Закрыть](#)



Ставропольский государственный аграрный университет



Расчет может быть использован на практике только после подтверждения предприятиями, имеющими лицензию на проектирования заземления.



Сопротивление вертикального электрода зависит от:

1. Площади (**S**) электрического контакта с грунтом.
2. Сопротивления (**R**) грунта.

Для увеличения площади контакта с грунтом.

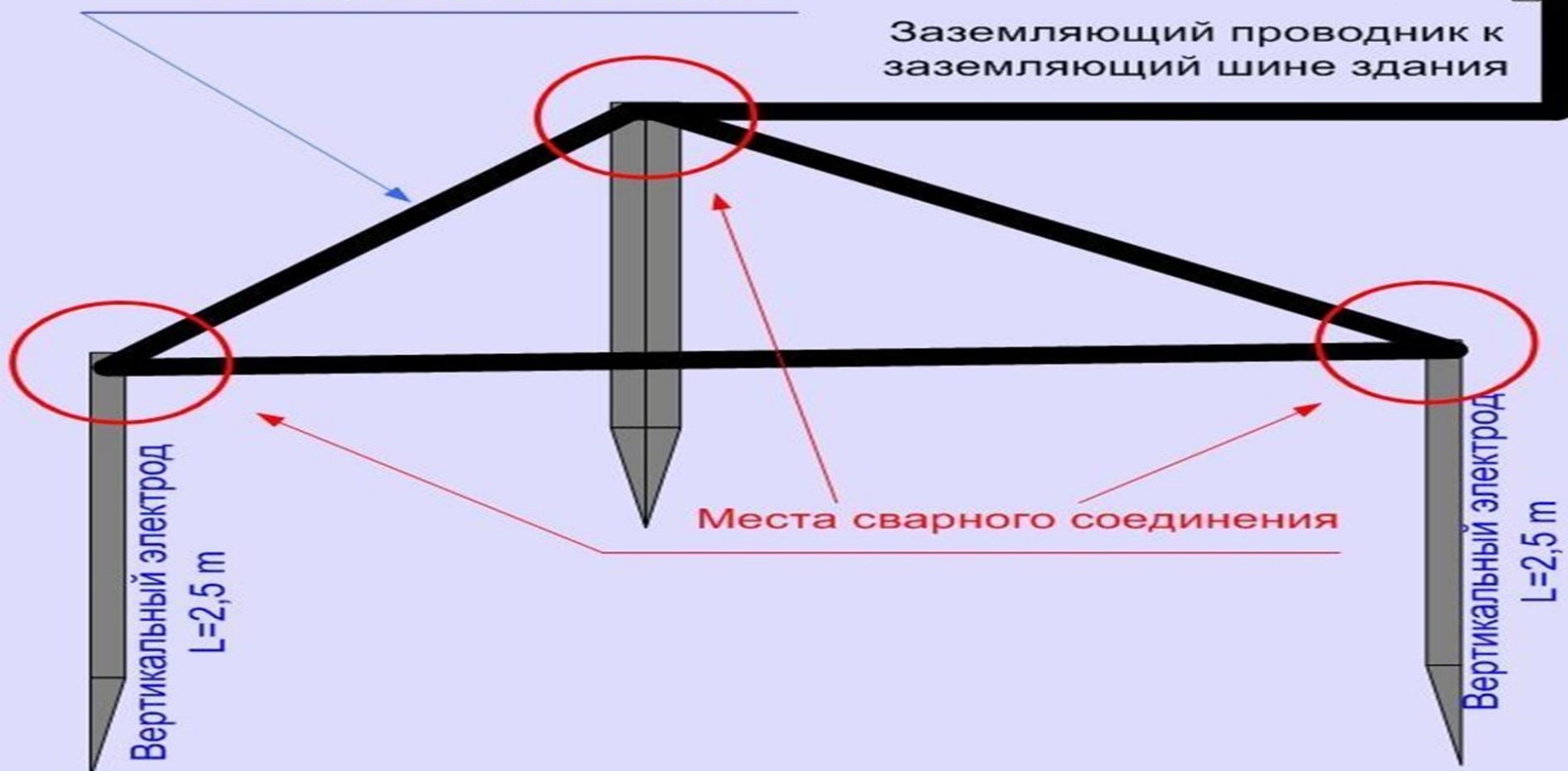
1. Добавить электроды.
2. Увеличить размер электродов.



Обычная конструкция электрода.

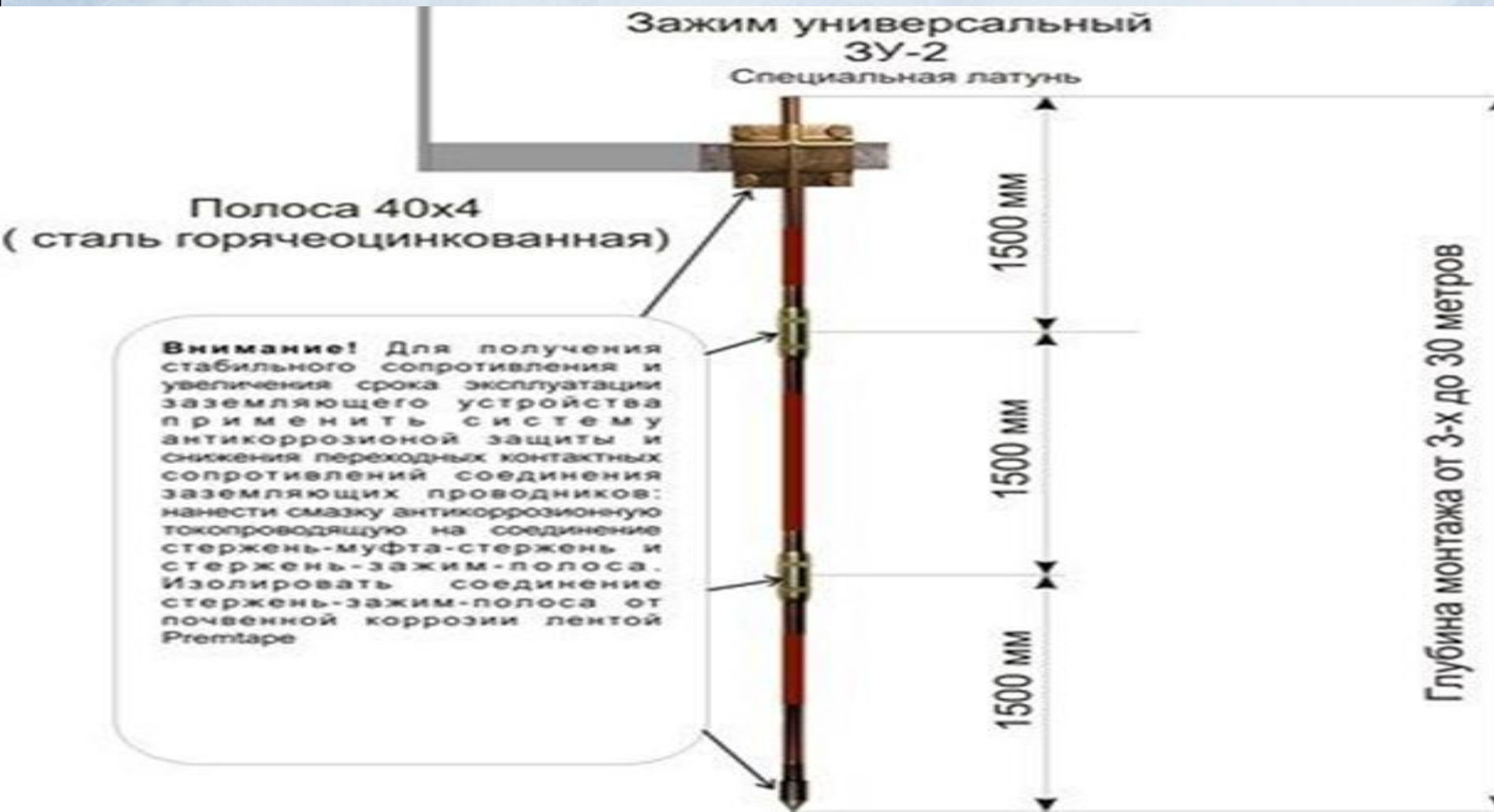
Горизонтальный проводник,
сталь, полоса 4x40 mm

Заземляющий проводник к
заземляющей шине здания



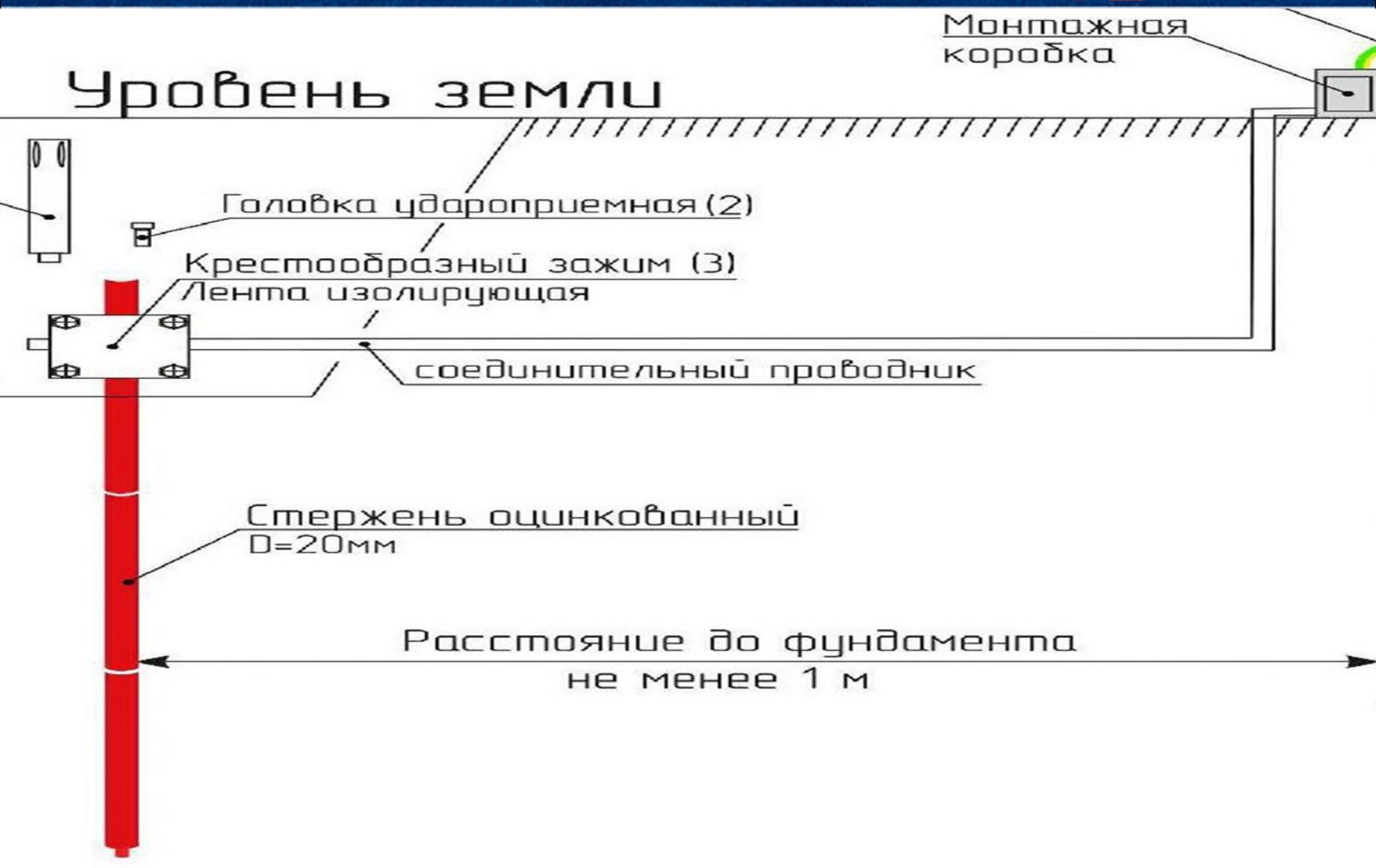


Модульная конструкция электрода.





Ставропольский государственный аграрный университет





Заключение.

- 1. Выбор и расчет ОЗУ
выполняют в соответствии с
требованиями ПУЭ.**
- 2. Наиболее эффективен -
модульный заземлитель.**