



**ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

---

## **Лекция № 8**

# **Меры защиты человека при косвенном прикосновении: защитное заземление**

---

# 1. Понятия и определения

---

**Защитное заземление (заземление)** – это, выполняемое в целях электробезопасности, преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, разряд молнии и т.п.).

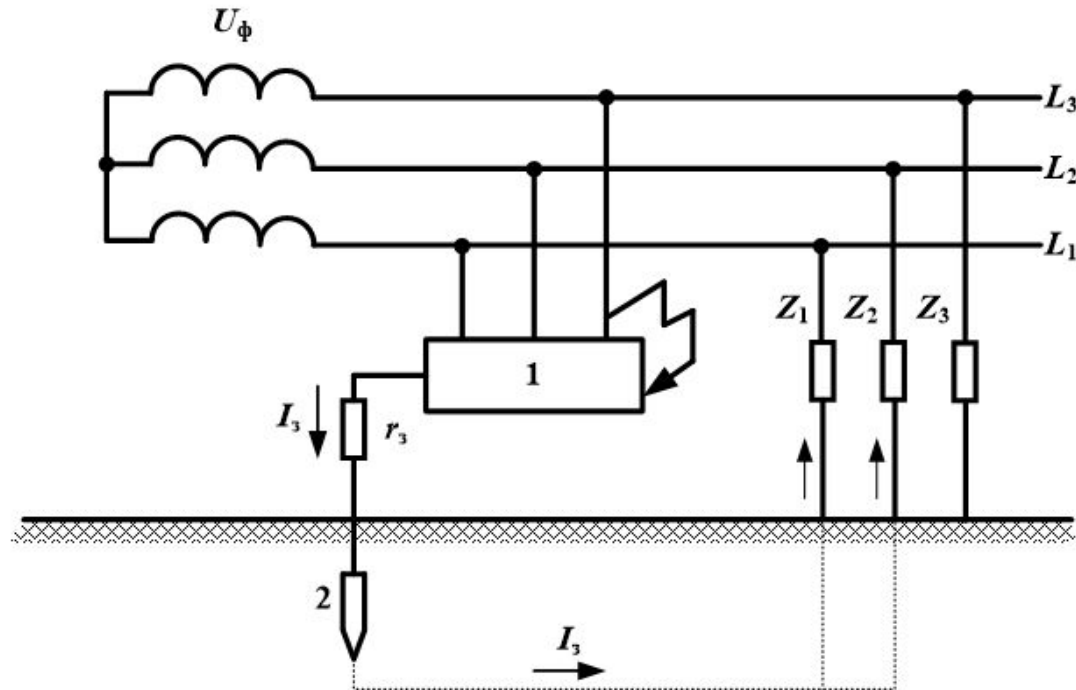
**Назначение защитного заземления** – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

**Принцип действия защитного заземления** – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус и другими причинами. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования (уменьшением сопротивления заземлителя), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек, и заземленного оборудования (подъемом потенциала основания, на котором стоит человек, до значения, близкого к значению потенциала заземленного оборудования).

---

## 2. Области применения защитного заземления

1) Сети напряжением до 1000 В переменного тока: трехфазные трехпроводные с изолированной нейтралью; однофазные двухпроводные, изолированные от земли, а также постоянного тока двухпроводные с изолированной средней точкой обмоток источника тока.

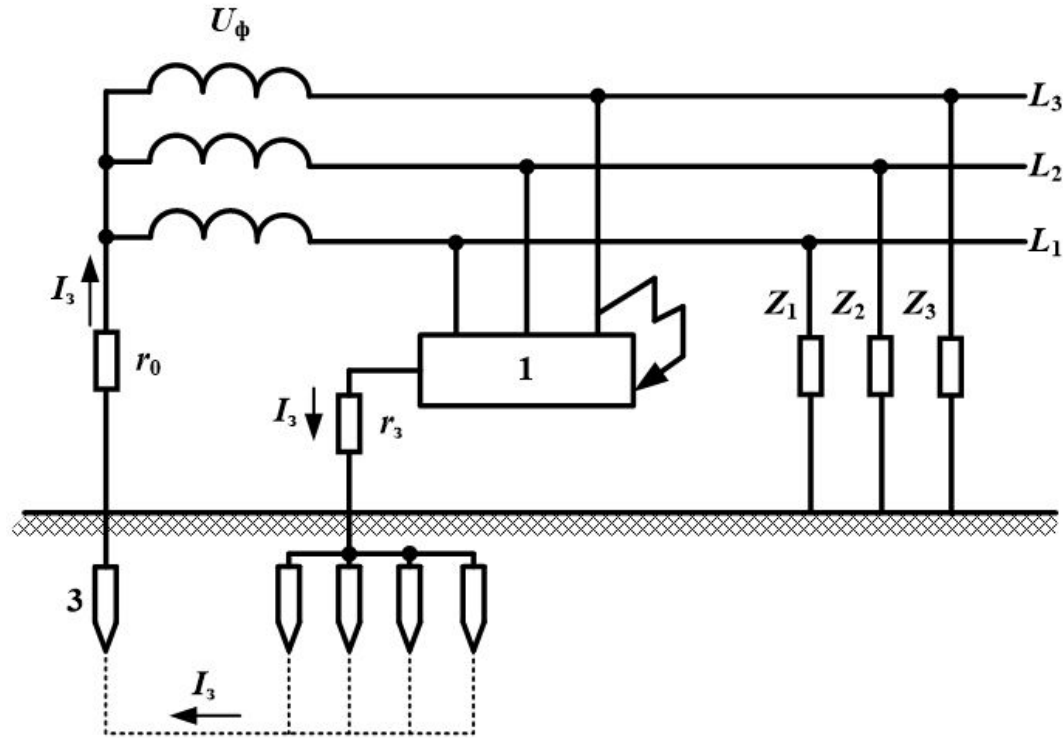


Принципиальная схема защитного заземления в сети трехфазного тока с изолированной нейтралью до 1000 В:

1 – заземленное оборудование; 2 – заземлитель защитного заземления;  
3 – заземлитель рабочего заземления;  $r_0$ ,  $r_3$  – сопротивления рабочего и защитного заземлений

## 2. Области применения защитного заземления

2) Сети напряжением выше 1000 В переменного и постоянного тока с любым режимом нейтральной или средней точки обмоток источников тока.



Принципиальная схема защитного заземления в сети трехфазного тока с заземленной нейтралью выше 1000 В:

1 – заземленное оборудование; 2 – заземлитель защитного заземления; 3 – заземлитель рабочего заземления;  $r_0$ ,  $r_3$  – сопротивления рабочего и защитного заземлений

### *3. Типы заземляющих устройств*

---

*Заземляющим устройством* называется совокупность заземлителя (проводников (электродов), соединенных между собой и находящихся в непосредственном соприкосновении с землей), и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.

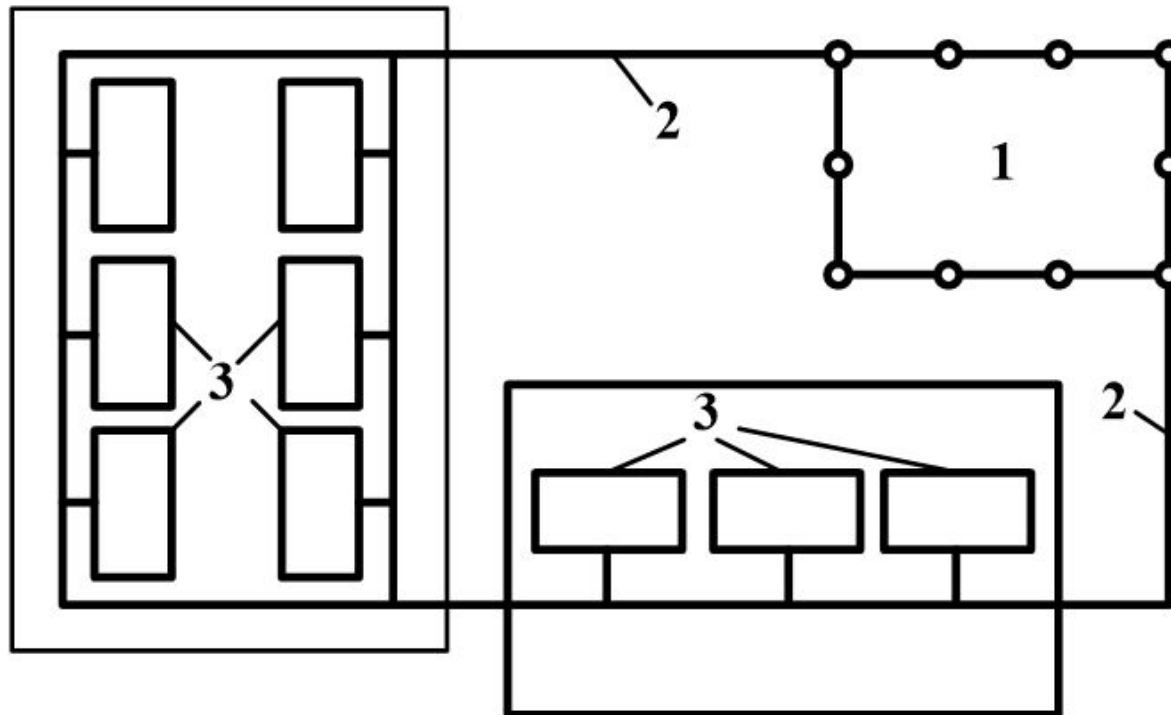
В зависимости от места размещения заземлителя относительно заземляемого оборудования различают два типа заземляющих устройств: *выносное* и *контурное*.

---

## 3. Типы заземляющих устройств

### 3.1. Выносное заземляющее устройство

**Выносное заземляющее устройство (сосредоточенное)** характеризуется тем, что его заземлитель вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточен на некоторой части этой площадки.



**Выносное заземляющее устройство**

1 – заземлитель; 2 – заземляющие проводники (магистралы); 3 – заземляющее оборудование

## 3. Типы заземляющих устройств

### 3.1. Выносное заземляющее устройство

---

**Достоинство** – возможность выбора места размещения электродов заземлителя с наименьшим сопротивлением фунта (сырое, глинистое, в низинах и т.п.). Необходимость возникает при невозможности разместить заземлитель на защищаемой территории; при высоком сопротивлении земли на данной территории (например, калийный рудник, песчаный или скалистый грунт и т.д.) и наличии вне этой территории мест со значительно лучшей проводимостью земли; при рассредоточенном расположении заземляемого оборудования (например, в горных выработках) и т.п.

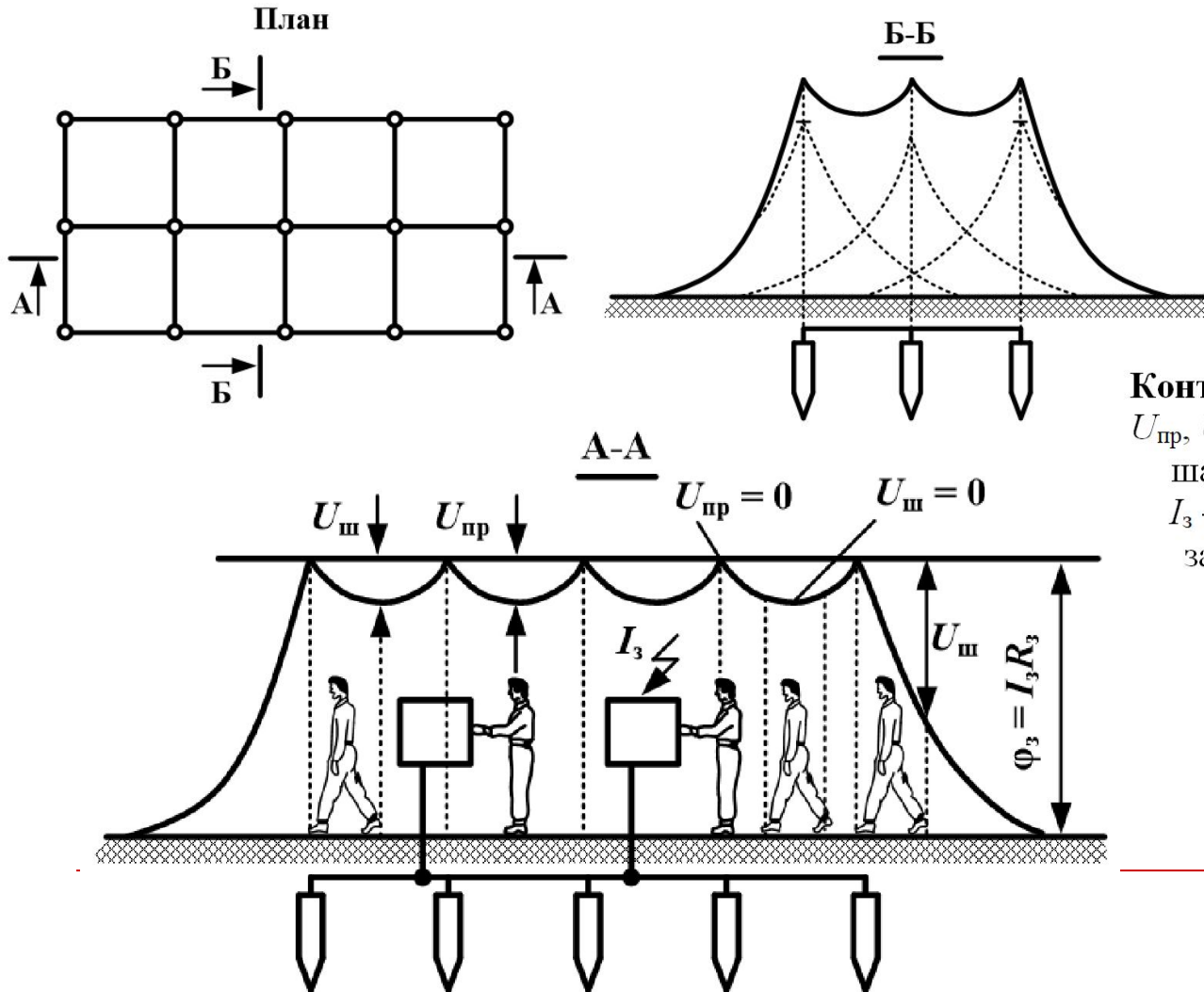
**Недостаток** – отдаленность заземлителя от защищаемого оборудования, вследствие чего на всей или на части защищаемой территории коэффициент прикосновения  $\alpha_1 = 1$ . Поэтому заземляющие устройства этого типа применяются лишь при малых токах замыкания на землю, в частности, в установках до 1000 В, где потенциал заземлителя не превышает значения допустимого напряжения прикосновения  $U_{\text{пр.доп}}$  (с учетом коэффициента напряжения прикосновения  $\alpha_2$ ).

---

### 3. Типы заземляющих устройств

#### 3.2. Контурное заземляющее устройство

**Контурное заземляющее устройство (распределенное)** характеризуется тем, что электроды его заземлителя размещаются по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляемое оборудование, а также внутри этой площадки.



**Контурное заземляющее устройство:**  
 $U_{\text{пр}}$ ,  $U_{\text{ш}}$  – напряжения прикосновения и шага;  $\phi_3$  – потенциал заземлителя;  $I_3$  – ток, стекающий в землю через заземлитель;  $R_3$  – сопротивление заземлителя растеканию тока



## 4. Выполнение заземляющих устройств

Различают заземлители *искусственные*, предназначенные исключительно для целей заземления, и *естественные* – находящиеся в земле металлические предметы иного назначения.

---

Для *искусственных* заземлителей применяют обычно вертикальные и горизонтальные электроды.

В качестве *естественных* заземлителей могут использоваться проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубы (за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов); обсадные трубы артезианских колодцев, скважин, шурфов и т.п.; металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, имеющие соединения с землей; свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле; металлические шпунты гидротехнических сооружений и т.п.

В качестве *естественных заземлителей подстанций и РУ* рекомендуется использовать заземлители опор отходящих воздушных линий электропередачи, соединенные с помощью грозозащитных тросов линий с заземляющим устройством подстанции или РУ.

---

## 5. Нормирование заземляющих устройств

---

Наибольшие допустимые значения *сопротивления заземляющих устройств*, установленные ПУЭ, составляют:

### **Для установок до 1000 В:**

- 10 Ом при суммарной мощности генераторов или трансформаторов, питающих данную сеть, не более 100 кВ А;
- 4 Ом во всех остальных случаях;

### **Для установок выше 1000 В:**

- 0,5 Ом при эффективно заземленной нейтрали (т.е. при больших токах замыкания на землю);
- $250/I_3 \leq 10$  Ом при изолированной нейтрали (т.е. при малых токах замыкания на землю).

Здесь  $I_3$  – расчетный ток замыкания на землю.

---

## ***6. Расчет защитного заземления***

---

***Расчет защитного заземления*** имеет целью определить основные параметры заземления – количество, размеры и порядок размещения одиночных заземлителей и заземляющих проводников, при которых напряжения прикосновения и шага в период замыкания фазы на заземленный корпус не превышают допустимых значений.

---