



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

Лекция № 8

Меры защиты человека при косвенном прикосновении: защитное заземление

1. Понятия и определения

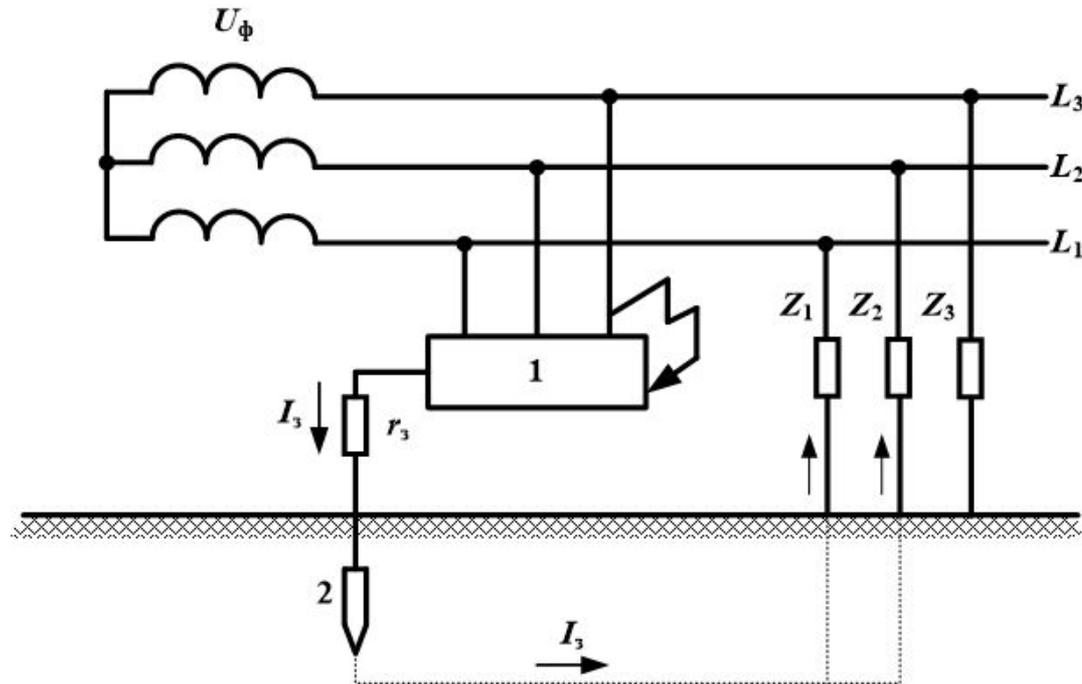
Защитное заземление (заземление) – это, выполняемое в целях электробезопасности, преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних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

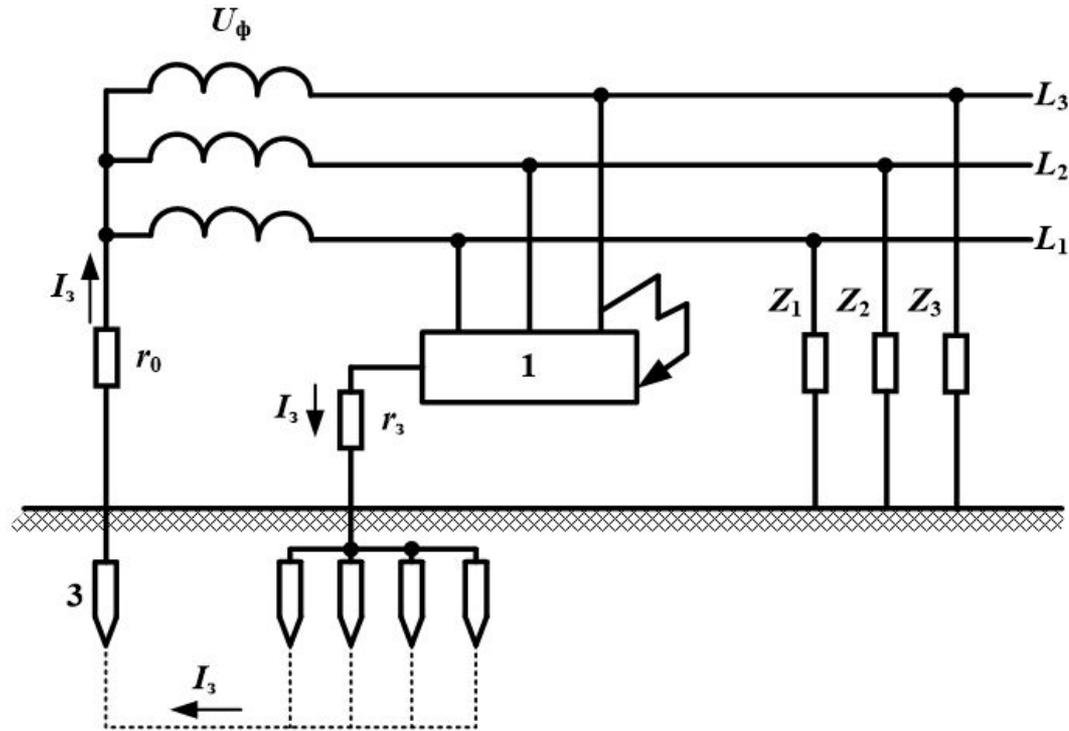


Принципиальная схема защитного заземления в сети трехфазного тока с изолированной нейтралью до 1000 В:

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

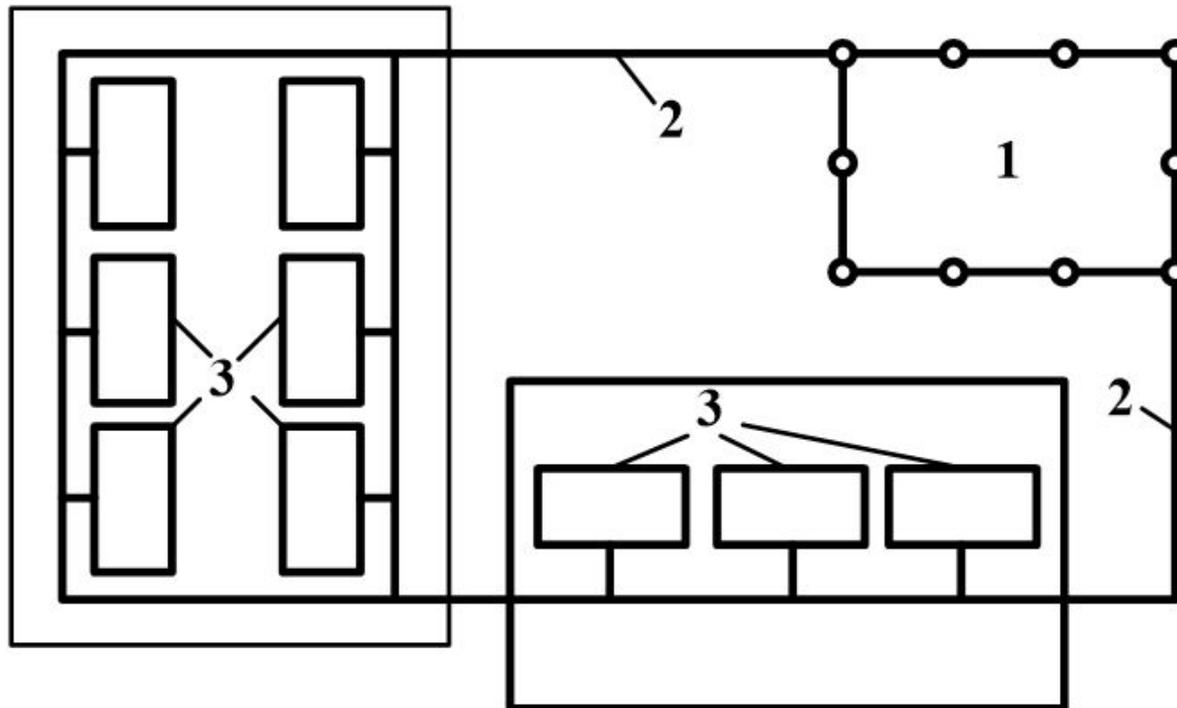
Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя (проводников (электродов), соединенных между собой и находящихся в непосредственном соприкосновении с землей), и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.

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

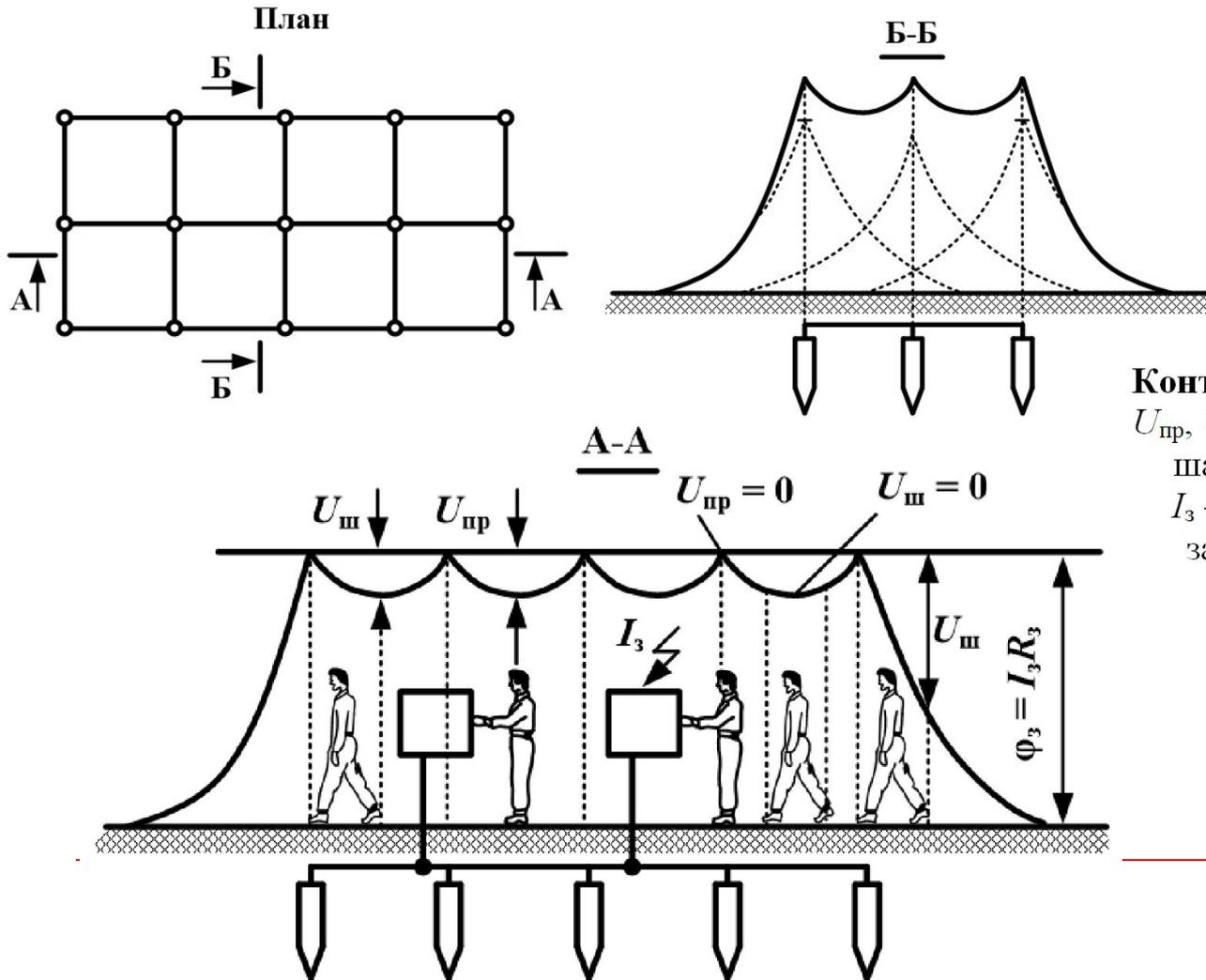
Достоинство – возможность выбора места размещения электродов заземлителя с наименьшим сопротивлением фунта (сырое, глинистое, в низинах и т.п.). Необходимость возникает при невозможности разместить заземлитель на защищаемой территории; при высоком сопротивлении земли на данной территории (например, калийный 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 α_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; ϕ_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.
