



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

---

## **Лекция № 10**

**Меры защиты человека при косвенном  
прикосновении: устройство защитного  
отключения (УЗО) на дифференциальном  
токе**

---

# ***1. Понятия и определения***

---

**Устройство защитного отключения (УЗО) обеспечивает защиту от поражения электрическим током в следующих случаях:**

- 1) при прямом прикосновении, т.е. при непосредственном прикосновении к токоведущим частям;**
- 2) при косвенном прикосновении, т.е. при прикосновении к открытым проводящим частям (корпусу) электроприемника при повреждении изоляции.**

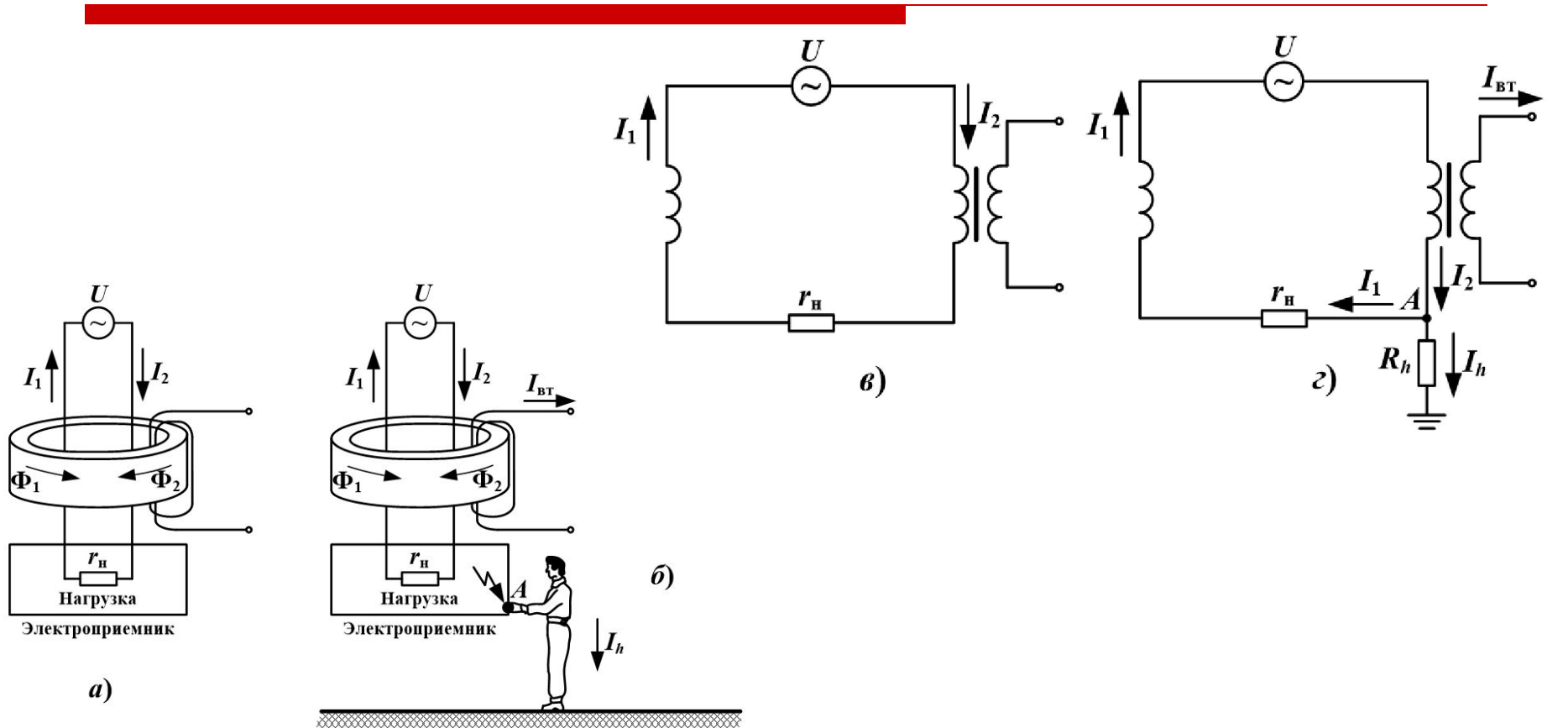
**УЗО, реализующие вышеперечисленные функции, могут применяться как в сетях с глухозаземленной, так и с изолированной нейтралью.**

**Специальные УЗО могут выполнять функции противопожарной защиты, контролируя токи утечки в электрической сети и отключая электропитание при недопустимом снижении сопротивления изоляции.**

---

## 2. Принцип действия

*ДТТ (дифференциальный трансформатор тока), состоящий из тороидального сердечника и размещенной на нем вторичной обмотки*



*а, в – в нормальном режиме; б, г – при повреждении изоляции*

## *2. Принцип действия*

*ДТТ (дифференциальный трансформатор тока), состоящий из тороидального сердечника и размещенной на нем вторичной обмотки*

---

В нормальном режиме работы токи, протекающие по рабочим проводникам, равны между собой ( $I_1 = I_2$ ), а наводимые ими магнитные потоки взаимно скомпенсированы ( $\Phi_1 = \Phi_2$ ). Поэтому во вторичной обмотке ток будет отсутствовать.

В случае прикосновения человека к корпусу электроприемника с поврежденной изоляцией (точка  $A$ ) через него будет протекать ток  $I_h$ , ( $\sigma$ ). Тогда, как видно из эквивалентной схемы ( $\sigma$ ), рабочие токи не равны между собой, т.е. для точки  $A$  можно записать

$$I_2 = I_1 + I_h.$$

---

## 2. Принцип действия

*ДТТ (дифференциальный трансформатор тока), состоящий из тороидального сердечника и размещенной на нем вторичной обмотки*

В нормальном режиме работы токи, протекающие по рабочим проводникам, равны между собой ( $I_1 = I_2$ ), а наводимые ими магнитные потоки взаимно скомпенсированы ( $\Phi_1 = \Phi_2$ ). Поэтому во вторичной обмотке ток будет отсутствовать.

В случае прикосновения человека к корпусу электроприемника с поврежденной изоляцией (точка  $A$ ) через него будет протекать ток  $I_h$ , ( $\bar{o}$ ). Тогда, как видно из эквивалентной схемы ( $\bar{z}$ ), рабочие токи не равны между собой, т.е. для точки  $A$  можно записать

$$I_2 = I_1 + I_h.$$

Магнитные потоки в этом случае также не будут равны между собой ( $\Phi_1 \neq \Phi_2$ ), и во вторичной обмотке наведется ток, пропорциональный току через человека:

$$I_{вт} = k_T I_h,$$

где  $k_T$  – коэффициент трансформации.

## *2. Принцип действия*

*ДТТ (дифференциальный трансформатор тока), состоящий из тороидального сердечника и размещенной на нем вторичной обмотки*

---

Аналогичный результат можно получить, если корпус электроприемника соединить с защитным проводником. Тогда ДТТ будет реагировать на появление тока утечки из-за снижения сопротивления изоляции вне зависимости от прикосновения человека.

Разность рабочих токов, обусловленная появлением тока утечки, называется дифференциальным током:

$$I_{\Delta} = I_2 - I_1.$$

Зная коэффициент трансформации, можно по току во вторичной обмотке (используют как входной сигнал для блока отключения электроприемника) судить о степени опасности для человека, например, при повреждении изоляции.

---

### *3. Схемные элементы УЗО*

---

1) Датчик, реагирующий на параметр сети, прогнозирующий ток, проходящий через человека (ДТТ, реагирующий на дифференциальный ток).

2) Блок сравнения (пусковой орган), постоянно отслеживающий прогнозируемый параметр и сравнивает его с уставкой, т.е. с допустимым током через человека. Этот блок может выполняться на пороговых электромагнитных элементах, не требующих дополнительного питания (магнитоэлектрических реле), а может содержать усилитель и электронную схему, питающуюся от сети.

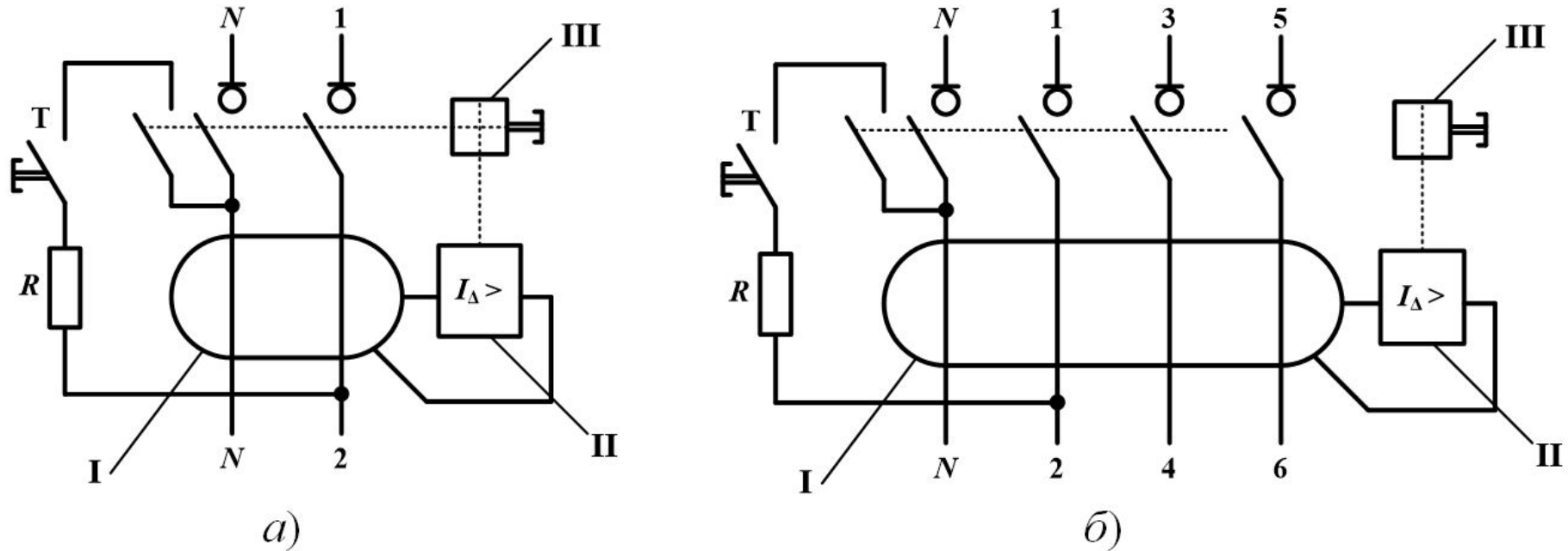
3) Блок отключения (исполнительный механизм), который по сигналу от блока сравнения с помощью силовых контактов отключает электропитание;

4) Цепь тестирования работоспособности УЗО с кнопкой «Тест», замыкающей рабочие проводники через контур, идущий в обход ДТТ и содержащий сопротивление.

---

### 3. Схемные элементы УЗО

#### УЗО в трехфазных сетях



**Электрические схемы устройств защитного отключения:**  
*a* – двухполюсное УЗО; *б* – четырехполюсное УЗО; I – ДТТ; II – блок сравнения; III – блок отключения; *T* – кнопка тестирования работоспособности УЗО; 1–6 – фазные проводники; *R* – токоограничивающее сопротивление в цепи тестирования; *N* – нулевой рабочий проводник