

УДК 621.316.933.9:699.887.2

### Основные принципы подбора, размещения и монтажа устройств защиты от импульсных перенапряжений в распределительных сетях

Власов А. А.

Научный руководитель – ст. препод. МАКАРЕВИЧ В. В.

Устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) – устройство, которое предназначено для ограничения переходных перенапряжений и отвода импульсов тока. Это устройство содержит по крайней мере один нелинейный элемент.

#### 1) Нормы, касающиеся устройств ограничения перенапряжений

На территории Республики Беларусь правила установки устройств защиты от импульсных перенапряжений нормируются ТКП 336-2011 «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций». Согласно этому кодексу, УЗИП должны иметь следующие характеристики:

- принадлежность к классу I;
- $I_{\text{imp}} \geq k_c I$ , где  $k_c I$  – ток молнии, текущий вдоль соответствующей части внешней СМЗ (значение коэффициента  $k_c$  приведено в таблице 7.17 ТКП 336-2011);
- уровень защиты  $U_p$  должен быть ниже допустимого импульсного напряжения изоляции между деталями;
- другие характеристики, отвечающие требованиям ИЕС 61643–12:2008.

Во внешних токопроводящих частях уравнивание потенциалов молнии устанавливаются как можно ближе к точке входа в защищаемое здание.

Проводники уравнивания потенциалов должны выдерживать часть  $I_f$  текущего по ним тока молнии.

Если прямое соединение не подходит, то тогда используют следующие характеристики:

- принадлежность к классу I;
- $I_{\text{imp}} \geq k_c I$ , где  $k_c I$  – ток молнии, текущий вдоль рассматриваемой части внешней токопроводящей детали;
- уровень защиты  $U_p$  должен быть ниже допустимого импульсного напряжения изоляции между деталями;
- другие характеристики, отвечающие требованиям ИЕС 61643–12:2008.

УЗИП устанавливают таким образом, чтобы их можно было осмотреть с целью проверки. Проводники уравнивания потенциалов и УЗИП должны иметь одинаковые характеристики. Если требуется защита внутренних систем от бросков тока, то необходимо использовать «скоординированную защиту УЗИП».

В соответствии с обязательными принципами, системы правильно подобранных и размещенных в соответствующих местах ограничителей должны взаимодействовать с другими электрическими устройствами и создавать условия, гарантирующие длительное и безаварийное их питание.

#### 2) Классификация УЗИП

УЗИП классифицируют согласно МЭК 61643-1 по следующим параметрам:

- числу вводов: одновводные или двухвводные;
- типу конструкции: коммутирующие напряжение, ограничивающие напряжение, комбинированного типа;
- классу испытаний: класса I, класса II и/или класса III;
- местоположению: внутренней установки или наружной установки;
- доступности: доступные, недоступные;
- способу установки: стационарные или переносные;
- разъединителю: его местоположению (наружной установки, внутренней установки, наружной и внутренней установки, без разъединителя) и защитным функциям (с тепловой защитой, защитой от тока утечки, защитой от сверхтока);
- защите от сверхтока: с защитой, без защиты;

- степени защиты, обеспечиваемой оболочками (код IP);
- диапазону температур.

Примечание - По определению наружное расположение означает расположение вне дополнительных оболочек, помещений и т.п. Поэтому такие УЗИП подвержены воздействию внешних условий. Внутреннее расположение означает расположение внутри дополнительных оболочек, помещений и т.п. Поэтому такие УЗИП подвергаются воздействию внутренних условий.

**УЗИП класса I** (ранее класс B) – требуемые защитные свойства для этой группы гарантируют УЗИП на основе газового разрядника, на электродах которого при возникновении скачка перенапряжения наступает искровой пропуск, переходящий в дуговой разряд. В ограничителях этого типа значение сниженного напряжения равно напряжению срабатывания и зависит от скорости нарастания ударного напряжения. Значения номинального ударного тока, который может многократно протекать через систему УЗИП класса I, не вызывая их повреждения, соответствуют значениям силы тока, который может возникать в естественных условиях во время грозы (в соответствии с требованиями норм по молниезащите). Типичный уровень защиты УЗИП класса I по напряжению не превышает значения 4000 В.

**УЗИП класса II** (ранее класс C) – характеризуют уровень защиты по напряжению, соответствующий I или II категории ударной стойкости (соответственно 2500 В и 1500 В). Рекомендованной формой токов разряда номинального  $I_n$  и максимального  $I_{max}$ , используемых для испытания УЗИП класса II, является импульс с временем возрастания фронта 8 мкс и с временем продолжительности до полуспада 20 мкс. Значения тока  $I_n$ , который может многократно протекать через УЗИП класса II, не вызывая его повреждения, чаще всего выбираются со следующего ряда значений: 2,5; 3,0; 5,0; 10; 15 и 20 кА. Для производства УЗИП класса II чаще используются полупроводниковые элементы – варисторы.

**УЗИП класса III** (ранее класс D) – уровень защиты по напряжению это обычно 1500 В, 1200 В или 1000 В. Подвергаются испытаниям класса III, выполняемым комбинированным ударом: по напряжению 1,2/50 мкс и затем токовым 8/20 мкс. Наибольшие значения тестируемого напряжения составляет 20 кВ 1,2/50 мкс, а тестируемого тока – 10 кА 8/20 мкс. Обеспечивают защиту устройств от последствий прямых, близких и удаленных атмосферных разрядов (несколько сотен метров от объекта), от индуцируемых перенапряжений в оборудовании внутри строительных объектов, а также от коммутационных перенапряжений, возникающих в электрическом оборудовании внутри строительного объекта.

### 3) Ступенчатость систем защиты от перенапряжений

В большинстве строительных объектов, оснащенных молниезащитными устройствами, требуется использование ступенчатой системы ограничения перенапряжений в устройствах электроснабжения. Каждая ступень защиты такой системы складывается из соответствующим образом подобранных и размещенных схем из УЗИП. Классическая, повсеместно используемая до настоящего времени трехступенчатая схема защиты оборудования электропитания 230/400 В, выполненная в системе TN-C-S представлена на рис. 1.

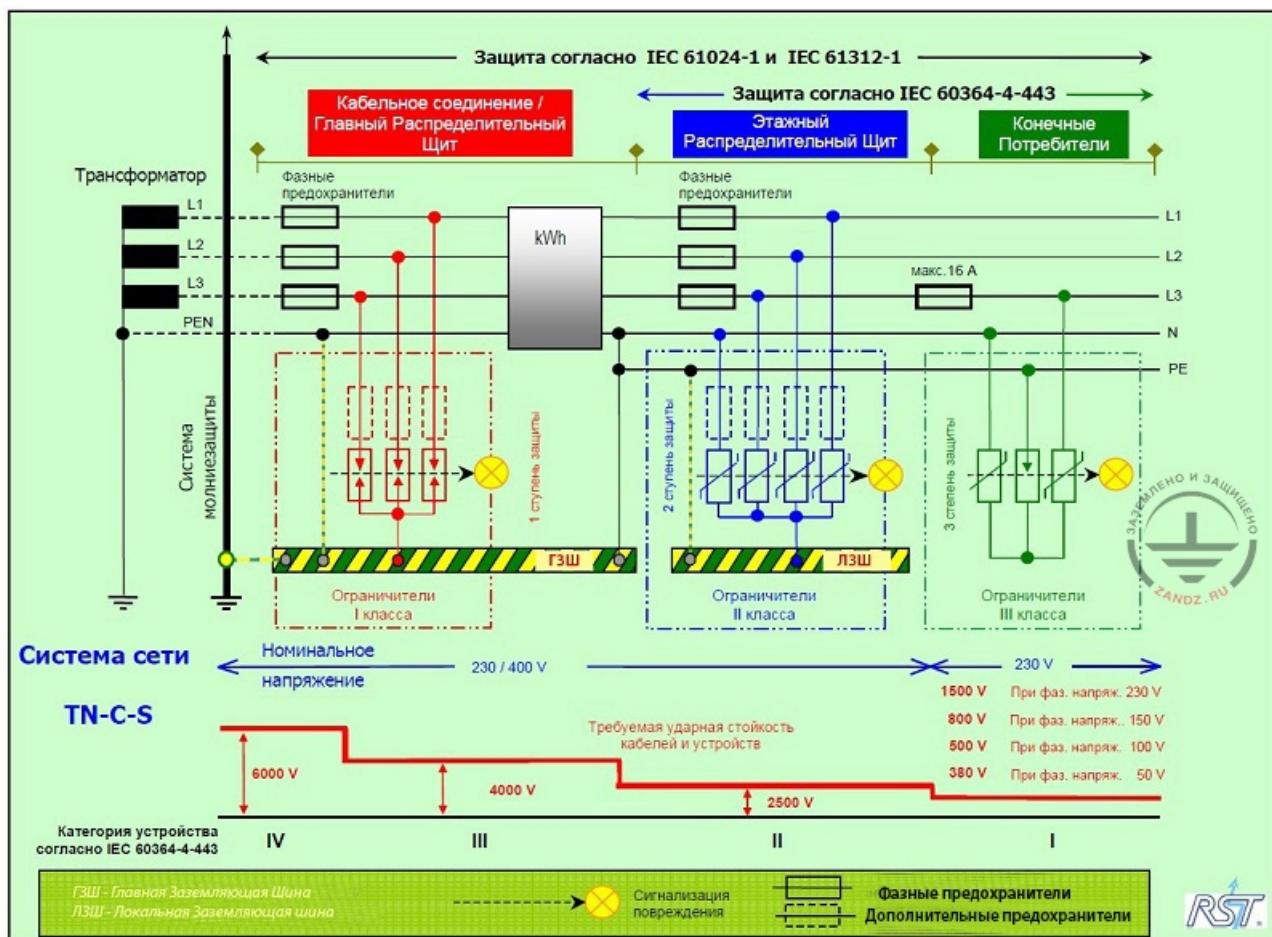


Рисунок 1 – Размещение УЗИП в общей схеме электроснабжения строительного объекта на примере системы защиты от перенапряжений сети TN-C-S

Представленная схема защиты от перенапряжений сети электропитания 230/400 В 50Гц содержит:

- элементы грубой защиты, так называемая 1 степень защиты – способны отвести токи молнии прямых разрядов в объект,
- элементы так называемой конечной защиты – ограничивающие энергию перенапряжений, пропущенную через 1 степень защиты, а также энергию перенапряжений, индуцированных в кабелях, расположенных внутри объекта.

Элементы грубой защиты следует монтировать на входе силовых кабелей в здание – лучше всего в соединительной вводной коробке кабелей или в Главном Распределительном Щите. Элементы конечной защиты монтируются непосредственно в силовых цепях охраняемых устройств. На рис. 1. представлены три ступени защиты:

1 ступень – в соединении кабелей, ограничивает перенапряжения до уровня 4 кВ,

2 ступень – в этажном распределительном щите, ограничивает перенапряжения до уровня 2,5 кВ,

3 ступень – установлен локально поблизости от защищаемого устройства, например в распределительном щите, предназначенном для электропитания цепи в серверной, ограничивает перенапряжения до уровня 1,5 кВ.

#### 4) Размещение УЗИП.

Правильное размещение УЗИП в линии электропитания имеет принципиальное значение для корректной работы спроектированной системы защиты от перенапряжений.

Как уже отмечалось ранее, при организации систем защиты от перенапряжений силового электроэнергетического оборудования УЗИП монтируются в следующих местах:

- a. снаружи строительного объекта, в зоне молниезащиты 0В, на входе питающих кабелей к устройствам (чаще это ограничители классов II, иногда класса I);
- b. в месте перехода силовых кабелей через стену здания (в зависимости от уровня угрозы это ограничители класса I или II) – в кабельном соединении, заземленным кратчайшим путем к заземляющему устройству;
- c. внутри строительного объекта:
  - в локальных распределительных щитах (в зависимости от уровня угрозы это ограничители классов II или III);
  - поблизости от защищаемых устройств (чаще это ограничители класса III, иногда - класса II, с точки зрения слишком малого номинального тока ограничителей класса III, составляющего чаще всего 16 А).

В случае размещения УЗИП в воздушной линии, нельзя забывать о возможности проникновения ударов перенапряжений к силовому кабелю на трассе "столб воздушной линии – здание", что делает это размещение бесполезным.

Размещение УЗИП наружного назначения внутри здания может в свою очередь означать допущение важной ошибки с точки зрения повторных эффектов, сопровождающих процессы ограничения перенапряжений. В этой ситуации большой ток перенапряжений после прохождения через УЗИП будет протекать внутри здания на трассе "жила внутреннего кабеля – внутреннее УЗИП – заземлитель", вызывающий повторное индуцирование перенапряжений в соседних запитанных устройствах и сигнальных линиях. Такое местоположение имеет смысл, например, тогда, когда ограничители размещены в помещении Главного Распределительного Щита, где по меньшей мере одна из стен является внешней стеной здания, а другие стены имеют экранирующие свойства, например сделаны из железобетона.

В зависимости от системы заземления сети электроснабжения, используется один из видов соединения УЗИП, представленных на рис. 2, 3 или 4.

В системе сети ТТ существует возможность применения 4 типовых УЗИП или так называемой системы 3+1 (3 ограничителя перенапряжений + 1 ограничитель N-РЕ). Такие системы соединений касаются ограничителей классов I и II.

В случае применения ограничителей класса I, необходимо использовать системы с дополнительными предохранителями, соединенными последовательно с УЗИП.

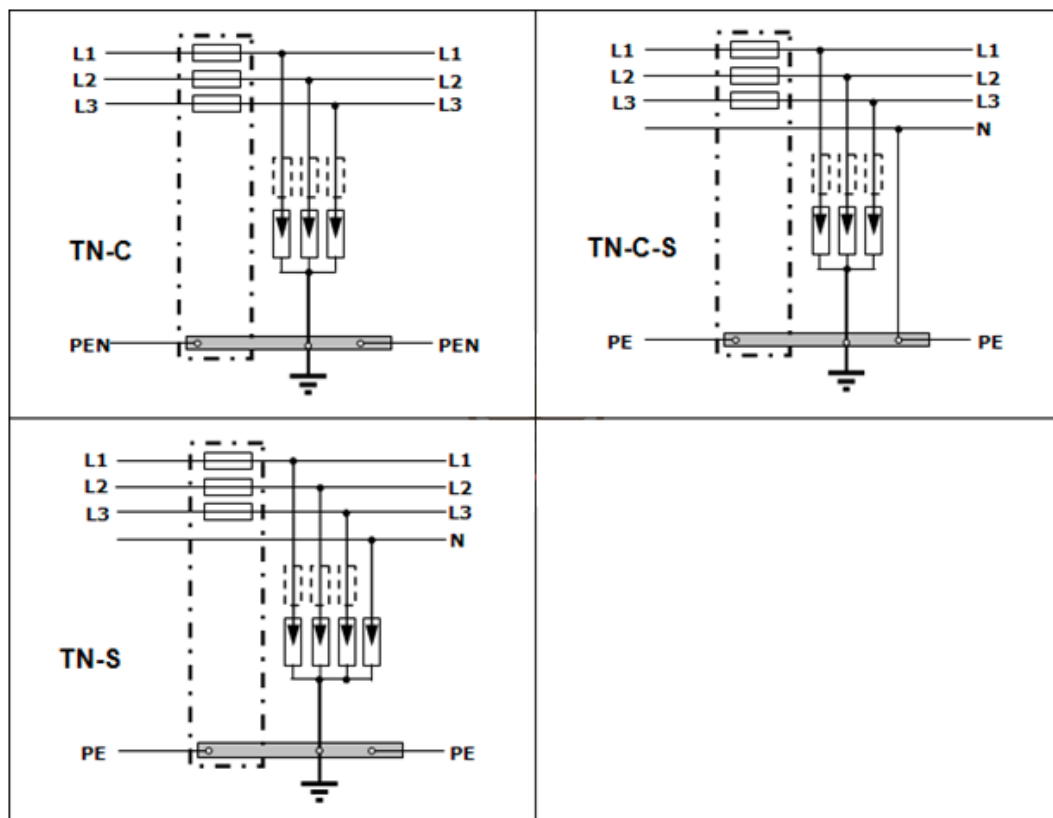


Рисунок 2 – Системы соединений УЗИП класса I для систем питания TN.

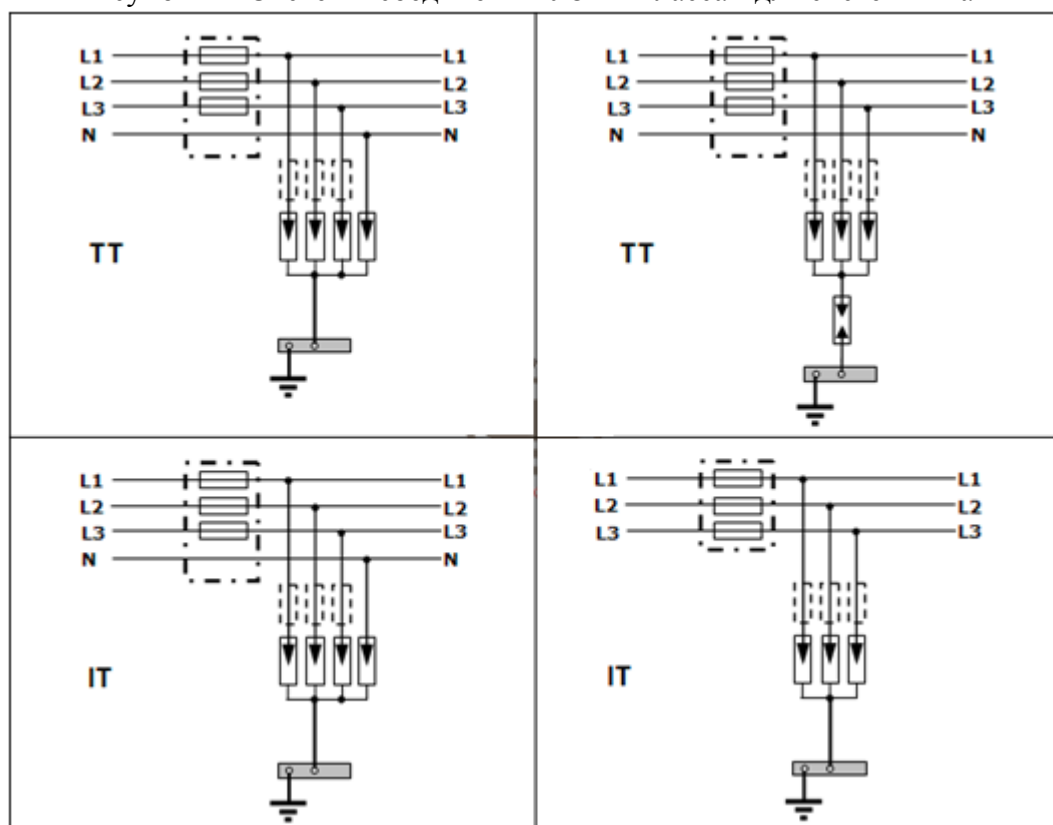


Рисунок 3 – Системы соединений УЗИП класса I для систем питания TT и IT.

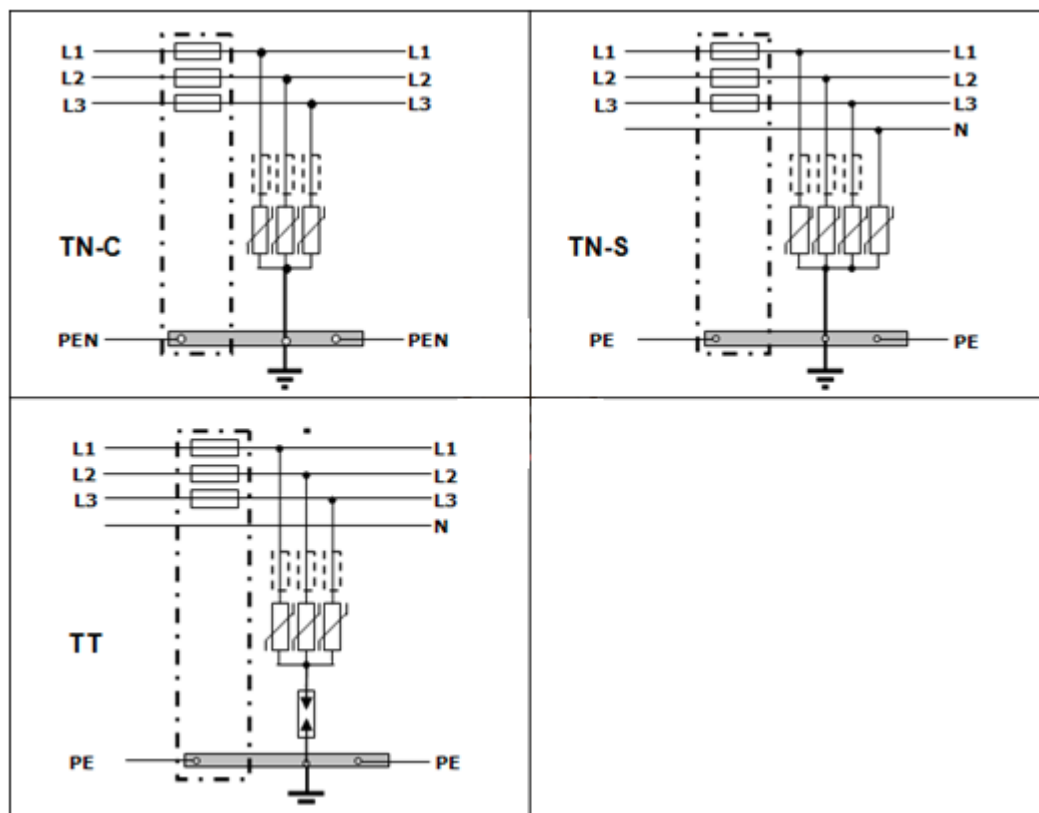


Рисунок 4 – Системы соединений УЗИП класса II для различных систем питания.

### Литература

1. Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций = Маланкаахова будынкаў, збудаванняў і інжынерных камунікацый: ТКП 336-2011. – Введ. 12.08.11 (с отменой на территории РБ РД 34.21.122–87). – Минск: Министерство энергетики Республики Беларусь, 2011. – 187 с.
2. Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 12. Устройства защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Принципы выбора и применения = Low-voltage surge protective devices. Part 12. Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems. Selection and application principles: ГОСТ Р МЭК 61643-12-2011. – Введ. 2013-01-01. - М.: Стандартинформ, 2013. – 91 с.
3. Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний = Low-voltage surge protective devices. Part 11. Surge protective devices connected to low-voltage power systems. Requirements and test methods: ГОСТ ИЕС 61643-11-2013. – Введ. 2015-01-01. – М. Стандартинформ, 2015. – 98 с.