

# • ETITEC

## Ограничители перенапряжения

Roman Kłopotki



# ETI

Power needs control

Со дня основания концерна «ETI elektroelement d.d» прошло уже более 60 лет. Сегодня компания ETI - один из мировых лидеров среди поставщиков продукции и услуг в сфере электротехники, а также весомый производитель технической керамики, инструментов и оборудования, продуктов из пластика и технической резины.

Существенным элементом стратегии роста компании являются её дочерние предприятия в Словении и в мире, а также тесное сотрудничество со стратегическими партнерами. На данный момент в центральном офисе и на производстве компании ETI работают более чем 1600 сотрудников, продукция экспортируется в более чем 60 стран по всему миру.

Это одно из первых Словенских предприятий, получившее сертификат качества ISO 9001 и экологический сертификат ISO 14001.

Качество продукции и предоставляемых услуг направленно на максимальное удовлетворение потребностей покупателя. Вся продукция имеет международные сертификаты, а также множество наград за высокое качество. Мы смогли создать конкурентно-способную, постоянно развивающуюся, стабильную компанию. Мы строим наше будущее на принципах взаимовыгодного и долгосрочного сотрудничества с партнерами, предлагая полный спектр высокотехнологической продукции, инновационных решений и услуг, увеличивая гибкость и конкурентно-способность, разрабатывая новое оборудование, вкладывая прибыль в технологическое развитие и качество, знания и рынок.





## Содержание

Опасность перенапряжения для кабельных линий и электрических устройств.....	2
Возникновение импульсного перенапряжения в результате прямых разрядов.....	5
Защита от перенапряжения и молниезащита зданий.....	7
Системы ограничения перенапряжения в электрических сетях.....	13
Ограничители перенапряжения в электрических системах .....	15
Классификация ограничителей перенапряжения.....	17
ETITEC A – ограничители перенапряжения для воздушных линий .....	18
Ограничители перенапряжения ETITEC B (Тип 1/Класс I/B) – для установки внутри зданий.....	25
Ограничители перенапряжения ETITEC C (Тип 2/Класс II/C) – для установки внутри зданий .....	28
Ограничители перенапряжения ETITEC D (Тип 3/Класс III/D) – для установки внутри зданий .....	29
Подключение ограничителей перенапряжения для разных типов сети.....	32
Защита ограничителей перенапряжения.....	33
Плавкие предохранители SRF для защиты ограничителей перенапряжения .....	36
Уменьшение падения напряжения в проводниках ограничителя.....	37
Распределение тока разряда молнии в электросистеме.....	39
Двухступенчатые и многоступенчатые системы защиты.....	41
Объекты, требующие двухуровневую (T1+T2) систему защиты от перенапряжения.....	44
Двухступенчатые ограничители перенапряжения ETITEC WENT/ETITEC B+C - (T1+T2/I+II/B+C).....	45
Рекомендации по выбору ограничителей перенапряжения.....	48
Защита от перенапряжения систем солнечной энергетики.....	52
Защита от перенапряжения информационных линий, телекоммуникационного оборудования, теле/видео-спутниковых систем.....	56
Примеры использования ограничителей перенапряжения ETITEC.....	62
Коды для заказа ограничителей перенапряжения ETITEC.....	66



## Опасность перенапряжения для кабельных линий и электрических устройств

Трудно представить в настоящее время существование промышленности без питающих, регулирующих и управляющих электрических устройств. Сложные электронные устройства облегчают, а иногда и спасают нашу жизнь. Однако они очень уязвимы перед резким возрастанием напряжения - перенапряжением. Возникающие в настоящее время все чаще и чаще погодные аномалии, а также участвовавшие бури и грозы приводят к различным повреждениям электронных устройств и приборов, значительным материальным потерям, а также жертвам среди людей и животных.

Это заставило обратить внимание на необходимость защиты зданий и сооружений от последствий ударов молнии и перенапряжения.

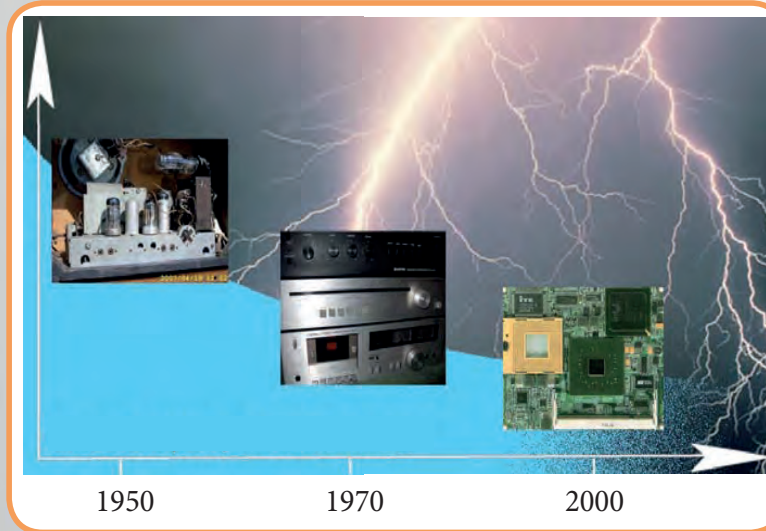


Рисунок 1 – Устойчивость электрических устройств

ударного тока молнии, но также об отклонениях от нормального режима работы, которые вызваны электромагнитными импульсами LEMP (Lighting Electromagnetic Impulses), соразмерными с электрическими сигналами. Протекающий ток генерирует импульс LEMP, который в некоторых случаях может приводить к неправильной работе устройств в радиусе даже нескольких километров от места удара молнии.

LEMP действует непосредственно на устройство, но также может возбуждать волну перенапряжения в электроэнергетических и телекоммуникационных воздушных и кабельных линиях. Эта волна перемещается по проводам к питающим и сигнальным устройствам зданий и может вызвать отклонения в работе электрооборудования или стать причиной повреждения разных технических устройств, установленных в здании. Такие импульсы могут появляться при каждом ударе молнии, даже достаточно удаленных от объекта в котором установлены электронные устройства. Главная угроза состоит в ударах молнии в непосредственной близости, а особенно при прямом попадании в здание. В этот момент могут появиться импульсы напряжения и тока большой амплитуды, а также импульсы электромагнитного поля. Телекоммуникационные сети, с учетом возрастания потоков информации, все чаще выходят из строя (рис. 2) из-за неправильной работы, или повреждений в цепях питания, линиях передачи данных или в самих электронных устройствах.

Чаще всего причиной повреждения электронных устройств является перенапряжение. Компьютерная сеть, которая достаточно хорошо защищена от вирусов и внешних атак, практически беззащитна перед неконтролируемым перенапряжением, которое может возникать в питающей сети или устройствах передачи данных. Реакция устройств на импульсные перенапряжения абсолютно непредвиденна. При повторяющихся перенапряжениях в питающих цепях, необходимо иметь в виду, что время безаварийной работы устройств будет уменьшаться.

Сложность данной проблемы возрастает по мере использования все большего количества электрических и электронных устройств, которые становятся все сложнее, а следовательно дороже, и в тоже время все более чувствительными к импульсам тока и напряжения. (рис. 1). Эти устройства имеют малую мощность и не защищены от проявлений внешних электромагнитных влияний. Особо опасны для таких устройств электромагнитные импульсы большой мощности. Источником таких импульсов, характеризующихся большим пиковым значением, а также очень коротким временем нарастания, могут быть упоминавшиеся ранее атмосферные аномалии (грозы, бури). Речь идет не только о повреждениях в результате протека-

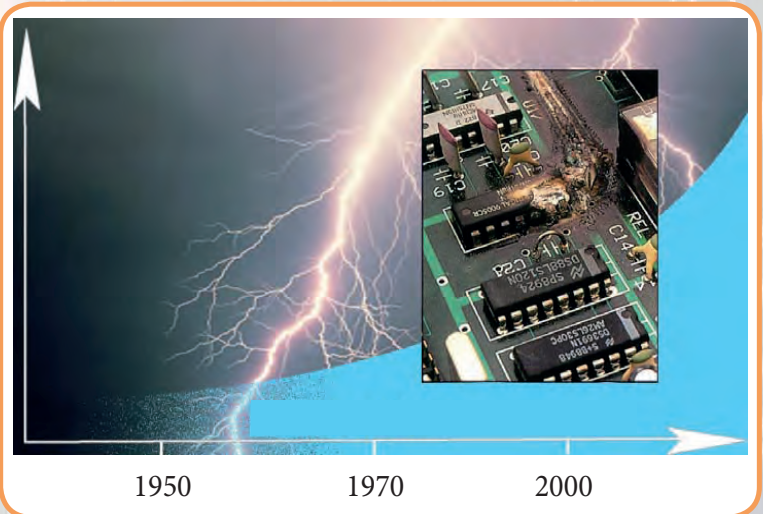


Рисунок 2 – История развития повреждений





**Рисунок 3** – Удары молнии не щадят даже самые известные в мире здания

### Перенапряжение в электрических сетях низкого напряжения

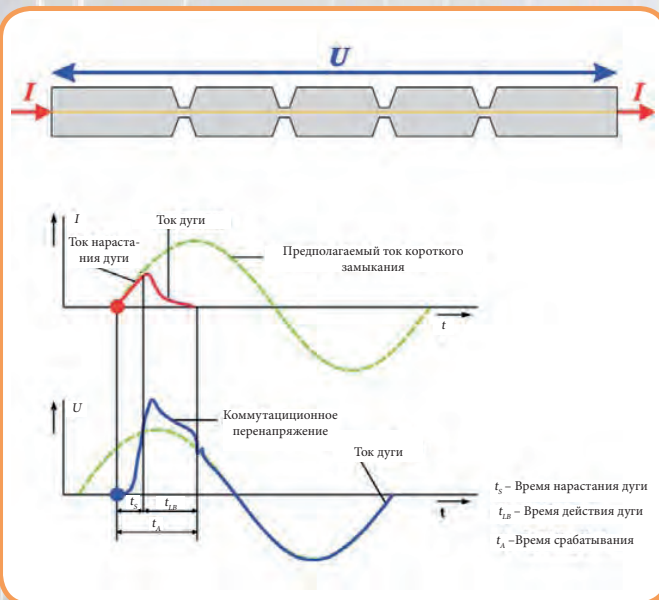
Опасное перенапряжение в сетях низкого напряжения возникает чаще всего по таким причинам:

- коммутации в цепях электрических аппаратов (внутреннее перенапряжение – SEMP – Switching Electromagnetic Impulses);
- появление статического электричества (ESD – Electrostatic Discharge);
- атмосферные явления (внешнее перенапряжение).

Максимальные величины таких перенапряжений могут достигать многократных величин устойчивости диэлектрического барьера изоляции устройств, что может быть причиной выхода из строя или создавать опасность для жизни людей или животных. Для предотвращения этого обязательно нужно применять соответствующие защитные устройства.

Внутренние коммутационные перенапряжения могут возникать по причине:

- быстрых и частых изменений нагрузки устройств с индуктивной составляющей (двигатели, трансформаторы, электромагниты) или устройств с емкостной составляющей (конденсаторные батареи);
- отключения цепи с помощью плавких предохранителей (рис. 4);
- включения и отключения емкостных и индуктивных потребителей с помощью тристорных ключей, которые отключают АС нагрузку перед падением значения тока до нуля.



**Рисунок 4** – Форма тока и напряжения на предохранителе в случае его срабатывания при коротком замыкании

Эти перенапряжения могут достигать очень опасных значений, многократно превышающих значение рабочего напряжения устройства и часто создают угрозу для изоляции коммутирующего устройства.

Перенапряжение, вызванное статическим электричеством, возникает как результат действия сильного электрического поля, которое мешает работе электроустройств из-за протекания поверхностного тока (выравнивание потенциалов).

В случае электростатического разряда (чаще всего искрового) между человеком, который имеет определенный потенциал, и корпусом устройства в котором применяются высокоинтегрированные чувствительные к разнообразным разрядам логические микросхемы, возникает импульсный ток, который может повредить устройство.

Самым эффективным методом защиты от электростатических зарядов является отведение разрядов на землю. Для решения данной проблемы существует два вида технических решений:

- для объектов с хорошей проводимостью ( $> 10^{-4}$  С/м) необходимо заземлять все возможные проводящие части оборудования;
- для объектов с меньшей проводимостью, к вышеуказанному методу добавляется увеличение их проводимости, путем покрытия данного объекта токопроводящими веществами - антистатиками, особенно в случае диэлектриков. С целью предотвращения возникновения разряда, необходимо поддерживать

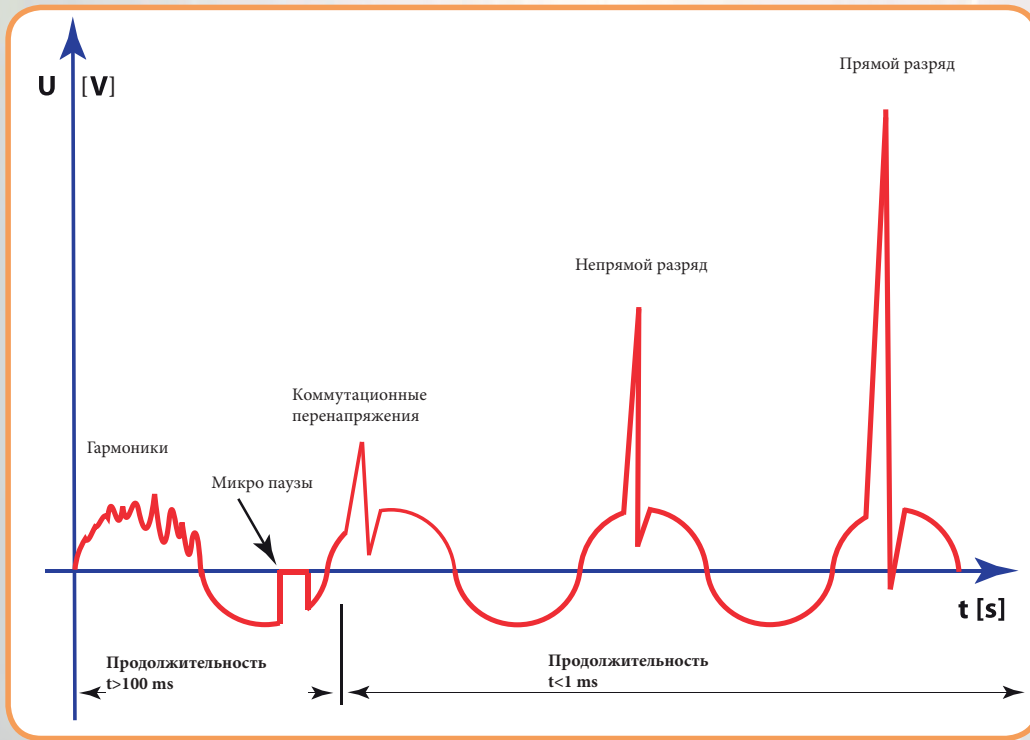


Рисунок 5 – Виды перенапряжения в электрической сети

относительную влажность воздуха около 50% в помещениях где находятся чувствительные к разрядам устройства: компьютерные залы, лаборатории с электронной техникой, центры управления, операционные залы и т. п. Также хорошим решением является применение выполненных из металлической сетки или листов защитных экранов.

### Причины появления импульсных перенапряжений, вызванные прямыми разрядами

Вышеуказанные причины возникают в двух случаях :

- Когда атмосферный разряд попадает в заземляющий провод внешней молниезащиты или заземленную крышу здания, ток разряда отводится на землю. Сопротивление заземления вместе с протекающим током разряда большой величины вызывают разницу потенциалов – то есть перенапряжение. Это перенапряжение распространяется внутрь здания через провода и токопроводящие элементы, нанося повреждения уязвимому оборудованию.
- Когда атмосферный разряд попадает в воздушную линию, питающую здание, высокий разрядный ток попадает внутрь здания, вызывая большое перенапряжение. Повреждения, вызванные протеканием тока большой величины, обычно очень обширные и опасны (напр. открытый пожар в щитовой или взрыв).

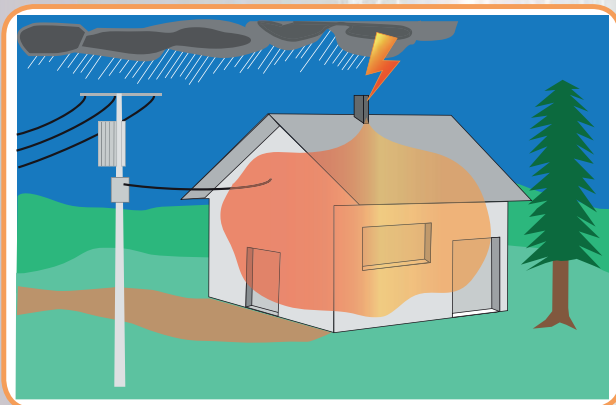


Рисунок 6 – Прямой разряд молнии в элемент крыши

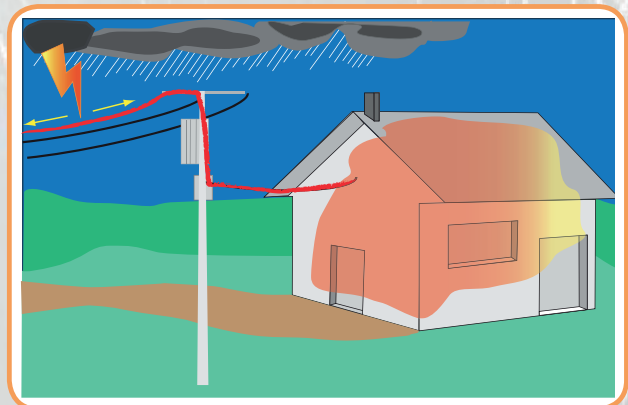


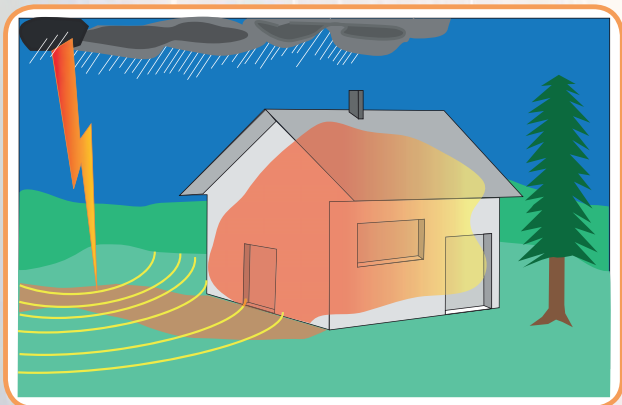
Рисунок 7 – Прямой разряд молнии в воздушную линию электропередач (ЛЭП)



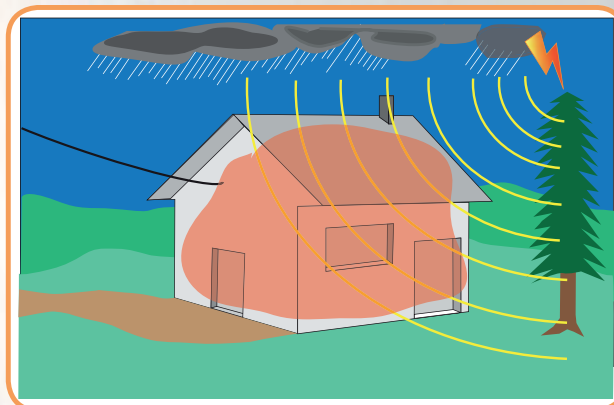
## Прямой разряд молнии в объекты, находящиеся вблизи здания

Вышеупомянутое кратковременное перенапряжение возникает также в результате атмосферного удара вблизи здания. Причиной является внезапное возрастание потенциала земли в точке удара.

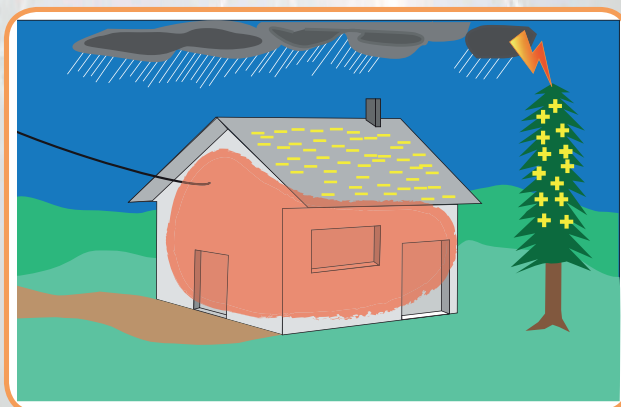
Такое возрастание напряженности магнитного и электростатического поля, вызванное разрядом в объект, находящийся рядом (например дерево) или разрядом между облаками, может быть источником перенапряжения в здании. Перенапряжение такого вида хотя и имеет меньший уровень, но также может стать причиной выхода из строя слабоустойчивых электронных устройств.



**Рисунок 8** – Прямой разряд молнии в окрестности сооружения



**Рисунок 9** – Разряд молнии в высокий объект, который находится рядом с сооружением (магнитная составляющая)

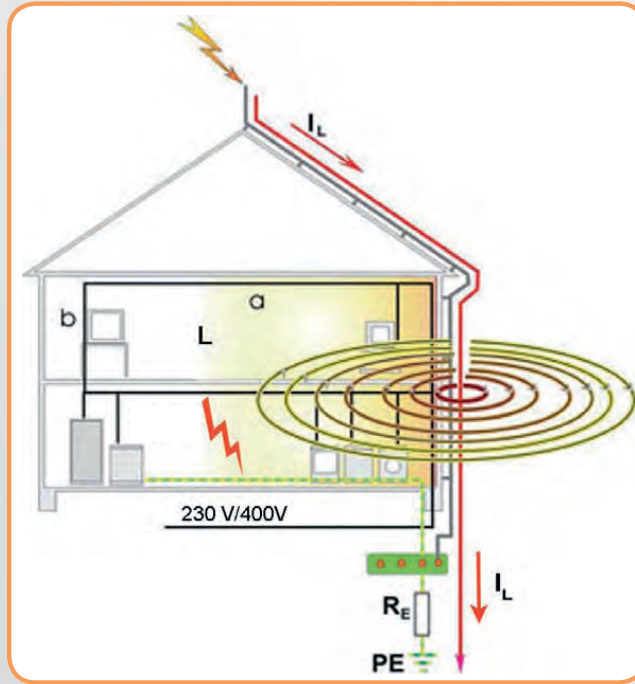


**Рисунок 10** – Разряд молнии в высокий объект, который находится рядом с сооружением (электростатическая составляющая)

### Возникновение кратковременного перенапряжения в результате прямых разрядов

Как уже вспоминалось выше, в случае непосредственного удара молнии в землю, возникает электромагнитный импульс (LEMP), электрическая составляющая которого гораздо меньше влияет на возникновение перенапряжений внутри здания, чем магнитная. Последствием действия LEMP является возникновение перенапряжения. Существует три основных механизма возникновения импульсного перенапряжения в результате непосредственного влияния электромагнитного удара молнии:

**1) Напряженность на общем сопротивлении** (гальваническая цепь), вызванная сопротивлением заземления или сопротивлением изоляции кабеля. В результате попадания молнии в здание, ток протекает на землю (см. рис. 11), при этом он может создавать напряжение между элементами внешней молниезащиты и отдаленным заземлением. В зависимости от сопротивления заземления величина генерируемого напряжения может достигать несколько сотен киловольт. Аналогично, растекание тока молнии во внешних проводящих элементах (кабели, трубы), которые соединены с конструкцией объекта и ведут в землю, вызывает опасные напряжения. К тому же ток разряда молнии, протекающий в кабеле, является причиной возникновения напряжения между жилами кабеля и экраном.



**Рисунок 11** – Протекание тока разряда молнии через металлические элементы конструкции здания

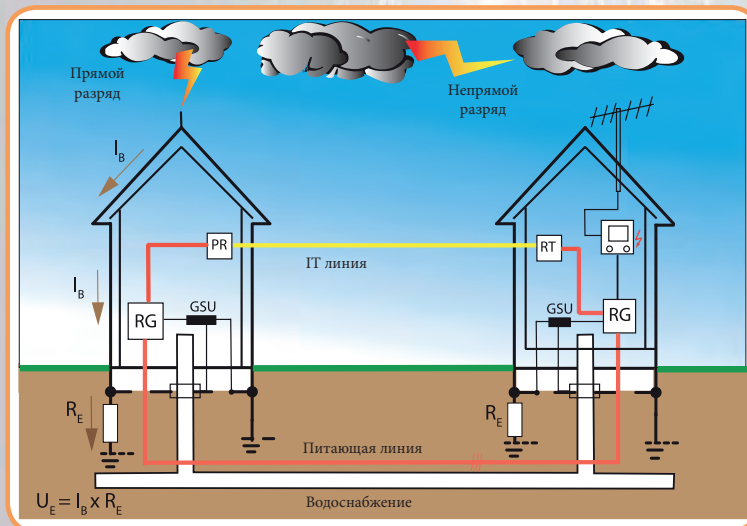
**2) Напряженность магнитного поля** (например, наведенного линиями магнитной индукции  $L$  на рис. 11). Протекающий в проводе ток молнии, так же как и в отводящем проводнике, создает магнитное поле, которое в радиусе 100 м пропорционально скорости нарастания тока  $di/dt$ . Напряженность магнитного поля  $H(t)$  обратно пропорциональна расстоянию от конкретной точки до центра провода по которому протекает заряд на землю  $R$ . Магнитное поле создает в цепи проводника напряжение, пропорциональное магнитной индукции  $dH/dt$ .

**3) Напряженность электрического поля** (например на мачтах, антеннах и т. д.). Величина напряженности электрического поля, пропорционального напряжению поля разряда, достигает значений 500 кВ/м. После прохождения основной части разряда на землю величина поля резко уменьшается достигая скорости 500кВ/мкс. В таком случае возможно возникновение искровых разрядов, что объясняется большой разницей потенциалов между частями системы.

На проникновение электромагнитного поля в здание влияют следующие факторы:

- заземление;
- выравнивание потенциалов;
- экранирование;
- токопроводящие элементы всех систем;

Подобные механизмы могут приводить к тому, что перенапряжение может переноситься из одного здания в другое по общему токопроводящему оборудованию:



**Гальваническая связь**

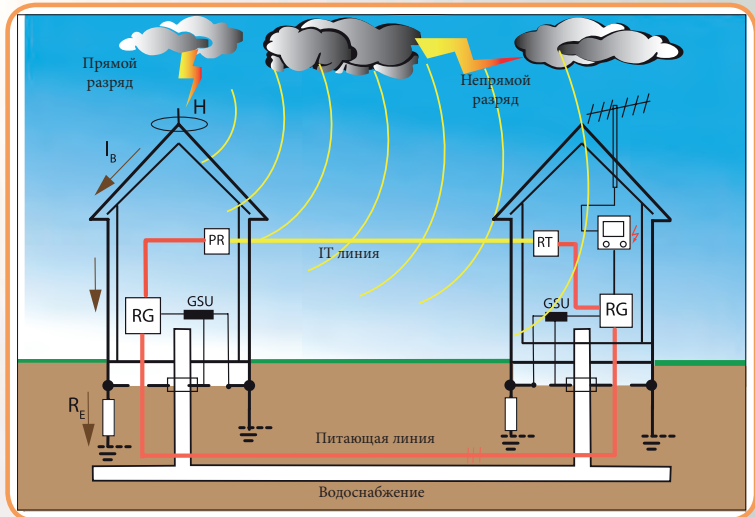
Перенапряжение передается от места разряда к другому объекту через токопроводящее оборудование с помощью гальванической связи. Большая величина тока разряда вызывает перенапряжение в цепи заземления, которое через шину выравнивания потенциалов переносится на подключенные к ней проводники. На отводящих проводниках возникает дополнительное перенапряжение, которое в связи с большой величиной нарастания протекающего тока, определяется в основном индуктивными составляющими согласно уравнения:

$$U_L = L di/dt$$



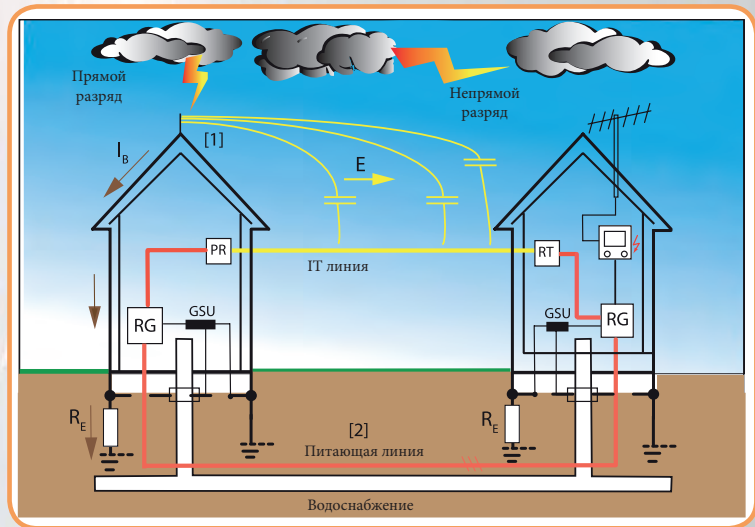
### Индуктивная связь

Индуктивная связь возникает по правилам электромагнитной индукции под действием магнитного поля проводника, по которому протекает ток. Перенапряжение в проводнике вызывает в нем протекание ударного тока с крутым фронтом нарастания  $dI/dt$ . Одновременно вокруг этого проводника возникает сильное магнитное поле. В других проводниках, которые находятся в этом поле, соответственно индуцируется напряжение (перенапряжение). В результате индуцированное перенапряжение попадает на подключенные к сети устройства.



### Емкостная связь

Возникает от действия электрического поля между двумя точками с большой разницей потенциалов. К токопроводящей части 1 приложен высокий потенциал (например, к молниеотводу во время удара молнии). Возникает электрическое поле между точкой 1 и другими частями с меньшим потенциалом 2 (силовыми или информационными проводками). Напряженность между точками 1 и 2 стремится к выравниванию потенциала и происходит перемещение электрического заряда. Это приводит к возрастанию напряжения (перенапряжения) в проводнике 2 и подключенных к нему устройствах.



## Защита от перенапряжения и молниезащита зданий

### Зонная концепция молниезащиты (LPZ- Lightning Protection Zones)

Основными средствами молниезащиты и защиты от перенапряжений регламентируемые европейскими нормами являются:

- **диэлектрическое расстояние** - главным образом между проводниками, отводящими ток молнии и проводниками электрических сетей здания или металлическими элементами, доступными для непосредственного прикосновения;
- **эквипотенциализация** - соединение с выравнивающими потенциал устройствами, заземляющими устройствами, а также со всеми токопроводящими частями, которые не находятся под высоким потенциалом;
- **дополнительная защита** - молниеприемники и молниеотводы, ограничители перенапряжений на входе линий в здание;
- **экранирование** проводников, устройств, помещений.

Для обеспечения надежной и безаварийной работы электронных устройств и систем в процессе проектирования эффективной системы защиты от перенапряжений необходимо брать во внимание, что защищаемые устройства будут подвергаться действию внешних и внутренних источников помех разного уровня и характера. Для правильного проектирования защиты от перенапряжения зданий и сооружений, согласно зонной концепции, должны быть определены зоны в которых допускается появление перенапряжения и импульсного электромагнитного поля (LEMP) в допустимых значениях. В этих целях применяется:

- разнообразные экраны (гашение LEMP);
- ограничители перенапряжения;
- кабельные каналы в объектах и между объектами;

Принцип работы зонной концепции (LPZ) показан на рис. 12.

### Зона 0<sub>A</sub>

Электрические устройства или системы, работающие в зоне 0<sub>A</sub>, рассчитаны на прямой удар молнии, то есть на прохождение разрядного тока неограниченной амплитуды. Это означает, что для защищаемой системы ударный ток молнии может достигать 100 кА за 10 мкс. Время действия импульса тока составляет 350 мкс. В первую очередь эта угроза относится к устройствам, которые установлены вне помещений и не защищены от бросков токов и напряжения. Принимая во внимание вышеупомянутые угрозы, следует принять во внимание, что параметры тока разряда молнии, приведенные в Таблице 1, для каждого уровня защиты являются разными. Уровень молниезащиты этой зоны должен соответствовать уровню эффективности всей системы молниезащиты.

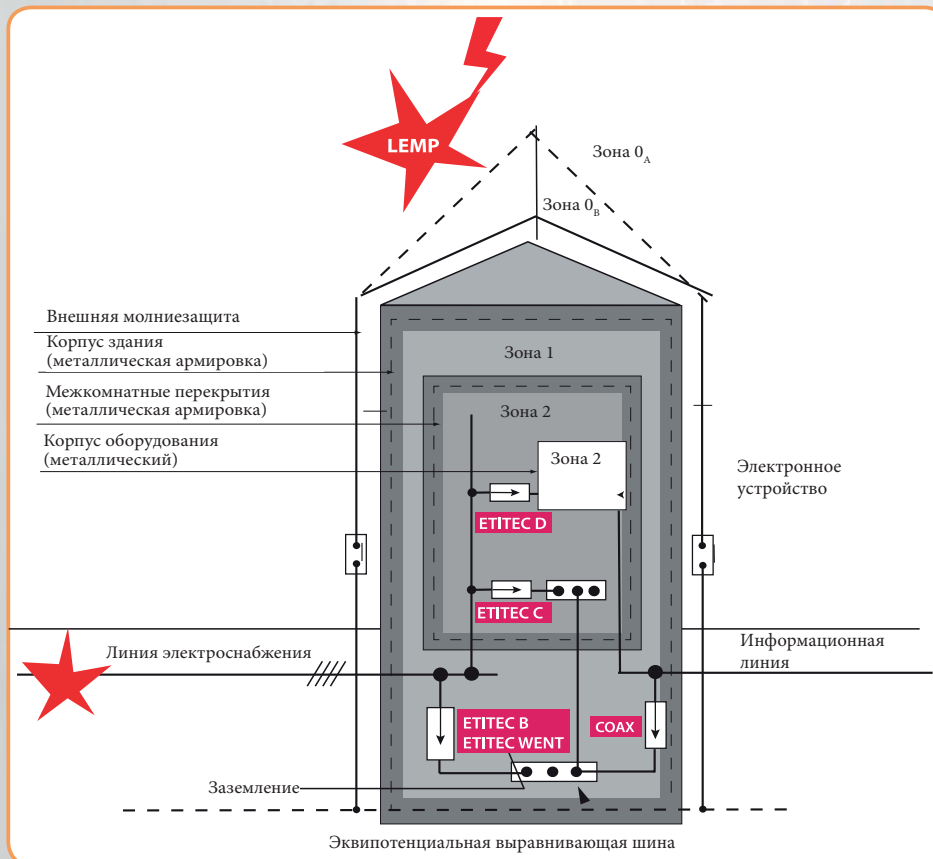


Рисунок 12 – Зонная концепция устройства молниезащиты здания

Таблица 1

Параметры	Обозначение	Един. размер.	Уровень молниезащиты		
			I	II	III-IV
Максимальное значение тока	$I_{max}$	кА	200	150	100
Время нарастания импульса T2	$t_2$	μs	10	10	10
Время пульсаций (длительность)	t	μs	350	350	350
Суммарный заряд	$Q_{total}$	С	300	225	150
Заряд пульсаций	$Q_{imp}$	С	100	75	50
Удельная энергия	W/R	кДж/Ω	10000	5600	2500
Скорость нарастания тока	di/dt	кА/μs	200	150	100
Эффективность системы молниезащиты			0,98	0,95	0,9 - 0,80

### Зона 0<sub>B</sub>

Устройства, работающие в зоне 0<sub>B</sub>, рассчитаны на прямое воздействие электромагнитного поля, которое вызвано протеканием ударного тока молнии. В то же время, эти устройства не рассчитаны на прямой удар молнии. Находясь в объектах, которые не имеют защитных экранов, и, не имея при этом собственной электромагнитной защиты, эти устройства являются незащищенными от бросков тока и перенапряжений.



## Зона 1

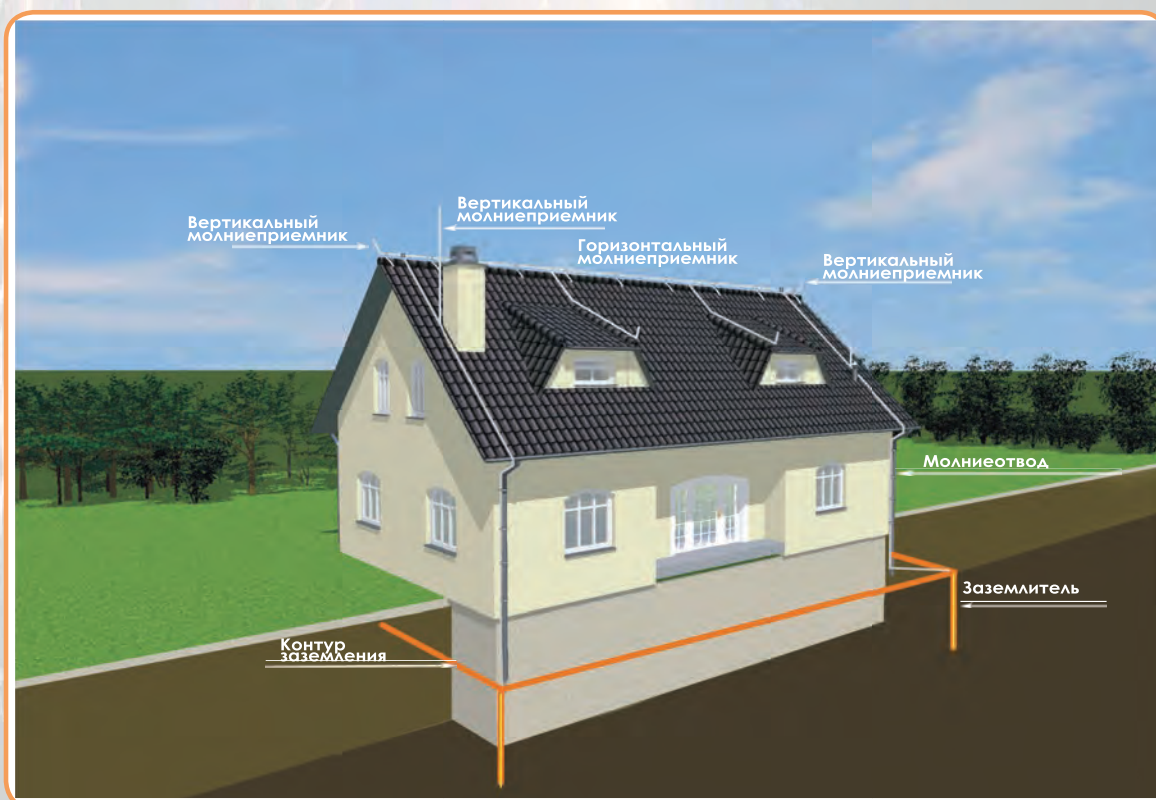
Устройства этой зоны не рассчитаны на прямые удары молнии, но могут подвергаться воздействиям пониженных разрядных токов. Ударный ток молнии понижается с помощью устройств, которые составляют первый уровень ограничения перенапряжений. Устройства и системы, работающие в зоне 1, рассчитаны на пониженное электромагнитное поле.

Понижение электромагнитного поля достигается при его переходе из зоны  $0_B$  в зону 1, когда оно попадает на экраный барьер, который может состоять из токопроводящих элементов, входящих в такие конструкции:

- железобетонные стены;
- экранированные плоскости помещения;
- металлические крышки и корпуса устройств.

Аналогичным образом образуются последующие зоны молниезащиты, учитывая технологические параметры устройств. Ограничители перенапряжения следует устанавливать между зонами электросистемы, а также в линиях передачи сигналов. Ограничители, предназначенные для установки в соответствующей зоне, необходимо подбирать так, чтобы их ударная стойкость была выше, чем ожидаемый номинальный ток удара молнии, допускаемый в этой зоне.

В большинстве зданий, оборудованных малоустойчивыми к перегрузкам электрическими и электронными устройствами чаще всего применяется двух-, или трехступенчатая система защиты от перенапряжений в силовых линиях, и одно- или двухступенчатая в линиях передачи сигналов.

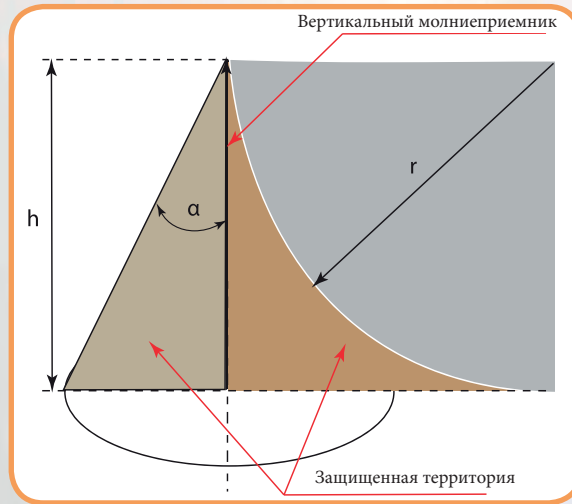


**Рисунок 13** – Жилой дом с внешним устройством молниезащиты

При проектировании молниеприемников могут применяться следующие методы защиты (независимо или в произвольной комбинации):

- а) защитного угла;
- б) катящегося шара;
- с) измерительной сетки.

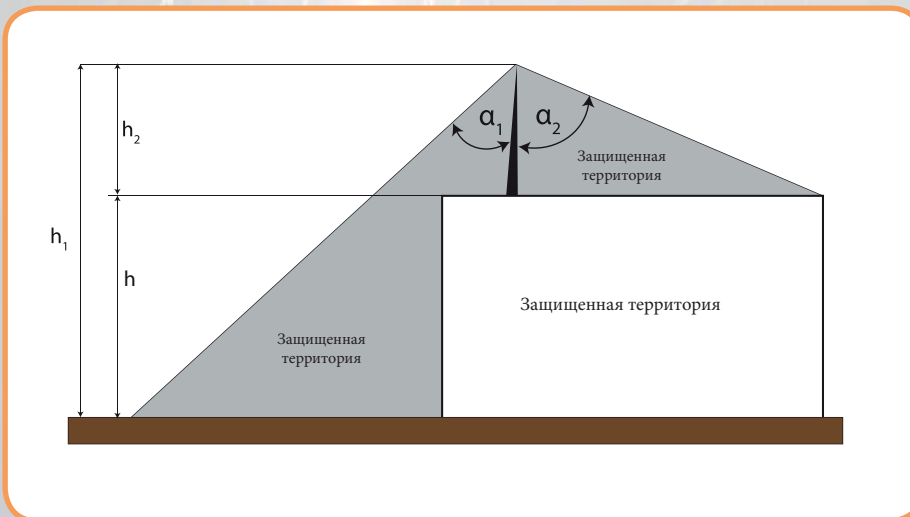
Метод защитного угла заключается в выделении угла  $\alpha$  а также высоты молниеприемника  $h$  (рис. 14), которые образуют «условное» конусное пространство, покрывающее защищаемый объект. Выбор конструкции защитного заземления должен быть таким, чтобы вероятность попадания разряда молнии в защищаемый объект была снижена до достаточно низкого - принятого уровня защиты. Размеры молниеприемников должны соответствовать требованиям, приведенным в Таблице 2.



**Рисунок 14** – Молннезащищенное пространство, образованное с помощью вертикального молниеприемника

**Таблица 2** – Основные параметры вертикальных молниеприемников, характеризующие их защитные свойства

Уровень защиты	Радиус шара R, м	Размер сетки R, м	Угол вершины молннезащитного конуса	
			$\alpha_1$ (°)	$\alpha_2$ (°)
I	20	5×5	75	70
II	30	10×10	65	55
III	45	15×15	55	45
IV	60	20×20	45	35



**Рисунок 15** – Пример определения защищенного пространства при использовании одного вертикального молниеприемника, установленного на крыше здания.

Угол  $\alpha_1$  определяет защищаемую поверхность возле здания и зависит от высоты молниеприемника (расстояние от уровня земли).

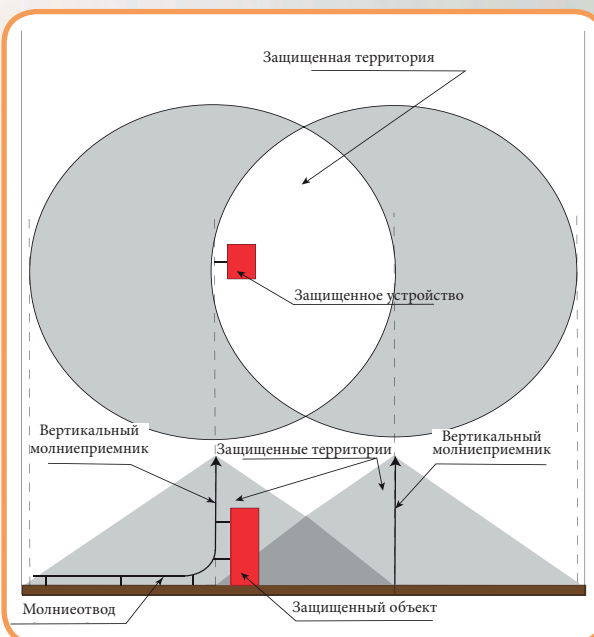
Угол  $\alpha_2$  определяет защищаемую поверхность на крыше здания, зависит от высоты молниеприемника (расстояние от уровня крыши).



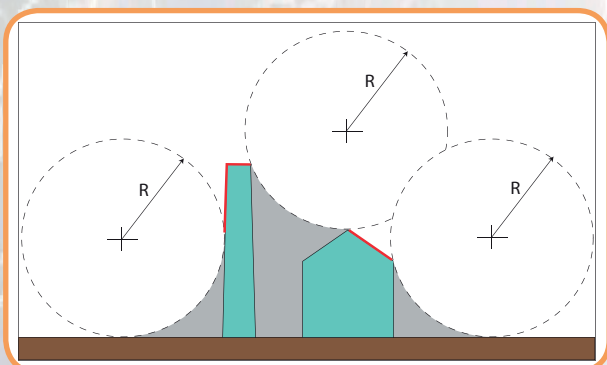
Кроме приведенного выше способа рассмотрим также возможность определения защищаемого пространства, используя принцип катящегося шара:

- вблизи исследуемого здания;
- по крыше объекта, на котором смонтировано техническое оборудование (например элементы вентиляции, солнечные батареи и т.п.)

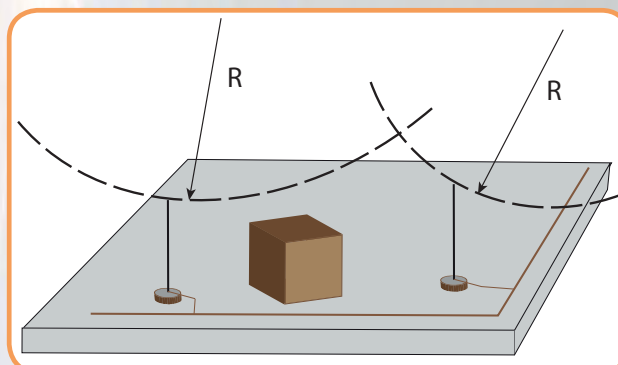
В местах где шар касается объекта и выше, существует возможность непосредственного удара молнии (Рис. 17 – обозначены красным цветом). Радиусы шаров в зависимости от принятого уровня защиты приведены в Таблице 2. В том случае если точки, которые подвергаются опасности удара молнии, оказываются ниже линий, соединяющих вершины молниеприемников (Рис. 18), то защита объекта спроектирована правильно. В противном случае необходимо усовершенствовать внешнюю защиту и повторно провести расчеты. В результате этой процедуры определяется также защищенное пространство вокруг здания.



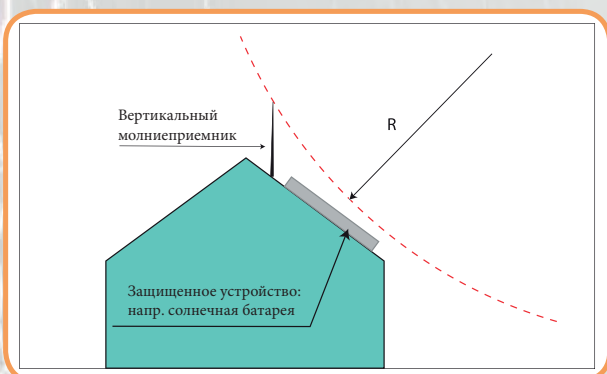
**Рисунок 16** – Пример использования вертикальных молниеприемников для создания защитной зоны



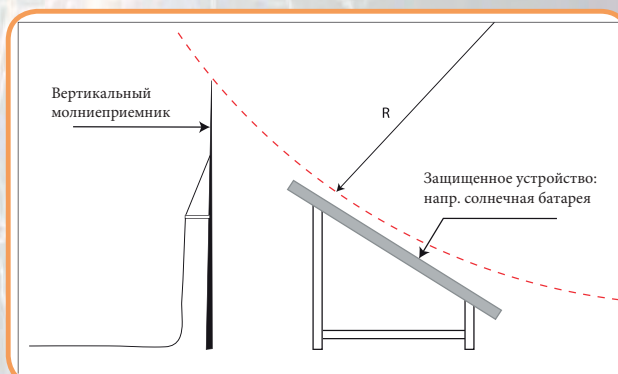
**Рисунок 17** – Принцип определения защищаемого пространства с помощью метода катящегося шара



**Рисунок 18** – Защищенное пространство находится ниже линии, соединяющей вершины вертикальных молниеприемников



**Рисунок 19** – Использование метода катящегося шара для наклонной крыши



**Рисунок 20** – Использование метода катящегося шара для плоской крыши



Примеры использования молниезащиты

Метод определения защищаемого пространства с помощью нанесения размерной сетки используется для молниезащиты плоских крыш. Штыри громоотводов и соединяющие провода молниеприемников располагают таким образом, чтобы они образовывали сетку с точно определенными размерами ячеек. При создании сетки следует учитывать:

- необходимо сохранять безопасное расстояние между защищаемыми устройствами и системой молниезащиты;
- молниеприемники могут лежать непосредственно на крыше или на-

ходить над ее поверхностью при условии, что ток разряда молнии не приведет к повреждению или возгоранию кровельного покрытия;

- в случае покрытия крыш из легковоспламеняющихся материалов необходимо применять горизонтальные изолированные молниеприемники, которые устанавливаются на некоторой высоте от поверхности крыши или на вертикальных стержнях;
- размеры одной ячейки горизонтального молниеприемника не должны превышать величин, приведенных в Таблице 2.

Вертикальные молниеприемники применяются:

- если по техническим причинам нельзя смонтировать горизонтальные молниеприемники;
- когда необходимо создание защитной зоны (например, над емкостями с топливом).

Молниеприемники (естественные и искусственные) непосредственно подвергаются действию тока разряда молнии. Каждый элемент системы молниезащиты должен выдерживать протекание тока, значения которого приведены в Таблице 1.

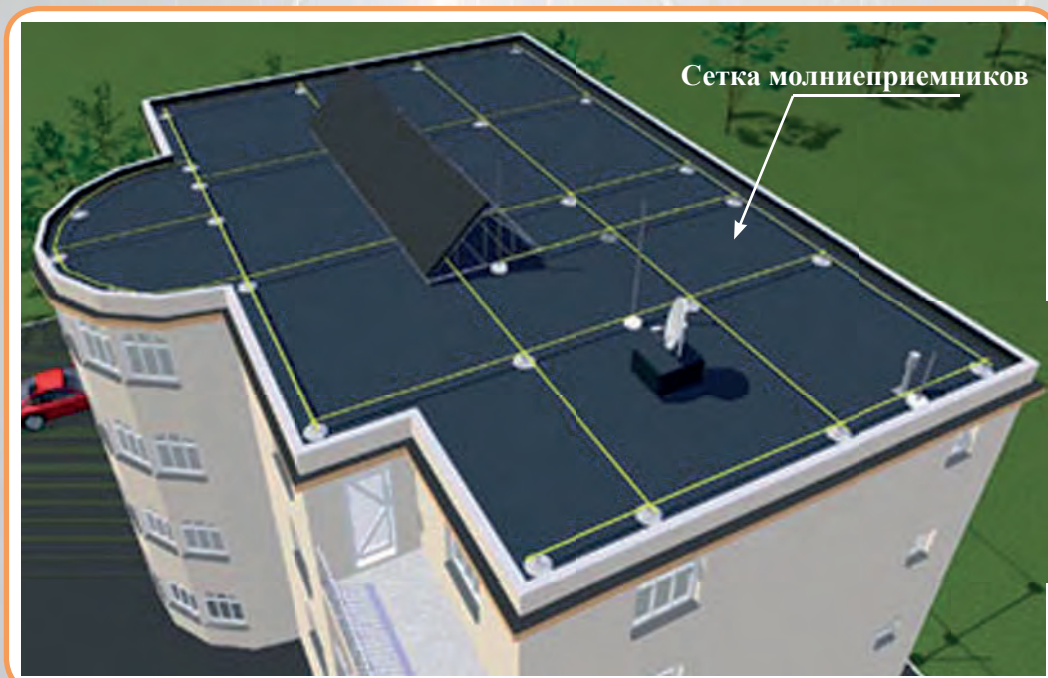


Рисунок 21 – Пример использования сетки молниеприемников на плоской крыше



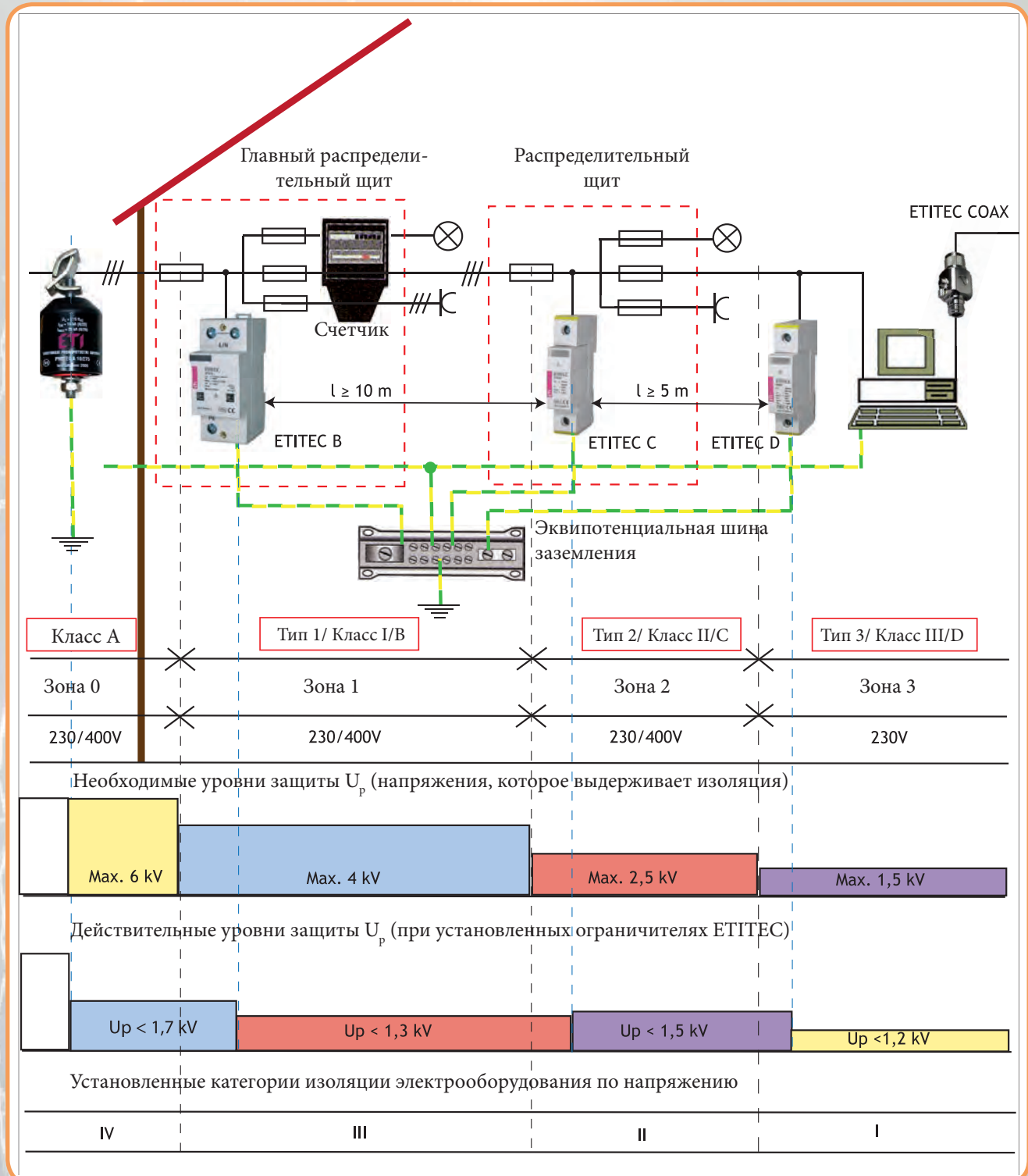
## Системы ограничения перенапряжения в электрических сетях

Как было сказано выше, перенапряжение, броски тока, а также электромагнитные пульсации, проникающие в низковольтную сеть защищаемого здания, должны быть понижены до допустимого уровня в соответствующей зоне.

Проектируя системы ограничения перенапряжений следует определить:

- необходимый уровень защиты данного объекта;
- все возможные пути проникновения разрядов в защищаемые устройства и приборы;
- приблизительные уровни перенапряжений и ударных токов, допустимые в каждой зоне;
- уровень ударной устойчивости защищаемых устройств;
- параметры ограничителей, применяемых на границе соседних защищаемых зон;

Основные принципы создания такой системы показано на рис. 23.



**Рисунок 22** – Многоуровневая система ограничителей перенапряжения, а также разделение электрической системы на защищаемые зоны по необходимым уровням защиты и категориям.

Принципы создания системы защиты от перенапряжения в электрических сетях

Основные параметры электрооборудования:

- номинальные напряжение и частота
- схема подключения к сети
- размещение проводов электрооборудования в защищаемой системе

Степень ударной опасности электрических установок и устройств:

- опасность создаваемая в результате протекания части тока разряда молнии
- опасность всевозможных видов перенапряжений

Устойчивость устройств к воздействию:

- вольт-амперных ударов (1,2/50 - 8/20)
- одноразовых затухающих синусоидальных волн
- повторяющихся высокочастотных импульсных помех

Определение требований для конкретных систем ограничителей перенапряжения, а также их размещение

Выбор ограничителей перенапряжения, соответствующих установленным требованиям

Проектирование системы защиты от перенапряжения

Установка ограничителей перенапряжения в электросети

Рисунок 23 – Принципы построения систем защиты от перенапряжения

**Разделение электрического оборудования на категории устойчивости к перенапряжениям – по уровню изоляции.**

На рис. 22 показана многоступенчатая система ограничителей перенапряжения, а также разделение электрического оборудования: на уровни защиты, необходимые в данных зонах, а также на четыре категории устойчивости к перенапряжениям. Эти категории были введены, чтобы разделить функционирование электрических устройств с точки зрения их безаварийной работы и риска повреждений. Если электрические устройства подобраны должным образом, то изоляция всей электросистемы называется согласованной.

**IV Категория устойчивости к перенапряжениям** – включает устройства, которые находятся на вводе в электрическую систему, например перед вводным рубильником или на вводе перед главным распределительным щитом, которые подвергаются как коммутационным перенапряжениям, так и перенапряжениям, возникающим при атмосферных разрядах. Эти устройства должны быть запроектированы на ударную стойкость изоляции до 6 кВ.



**III Категория устойчивости к перенапряжениям** – включает устройства, подвергающиеся коммутационному перенапряжению и перенапряжению, пониженному с помощью ограничителей (Класс А - для воздушных линий). К этим устройствам относятся: электрические сети, распределительные устройства, цепи питания лифтов, освещение лестниц и коридоров, хозяйственных помещений и т.п.

**II Категория устойчивости к перенапряжениям** – включает устройства, присоединенные к сети (в том числе переносные), подвергающиеся коммутационному перенапряжению и перенапряжению, пониженному ограничителями предыдущей категории. Допустимые величины перенапряжения меньше, чем для электрооборудования категории III.

**I Категория устойчивости к перенапряжениям** – объединяет особенно защищаемые устройства, от которых требуется высокая надежность, такие как: компьютерные системы, телекоммуникационная, медицинская аппаратура и т.п. (Рис. 24).

Промышленное электрооборудование	Электрооборудование с чувствительными электронными элементами	Чувствительное электронное оборудование	Очень чувствительное электронное оборудование
			
Требуемый уровень защиты $U_p=1,8\sim 2,5$ кВ IV Категория	Требуемый уровень защиты $U_p=1,5\sim 1,8$ кВ III Категория	Требуемый уровень защиты $U_p=1\sim 1,5$ кВ II Категория	Требуемый уровень защиты $U_p=0,5\sim 1$ кВ I Категория

**Рисунок 24** – Пример разделения устройств в зависимости от уровня их защиты и устойчивости к перенапряжению

Чем выше категория, тем выше устойчивость устройств к перенапряжению, тем больше методов может быть использовано для защиты от перенапряжения. Ограничители перенапряжения, монтируемые на воздушных линиях (Класс А), предназначены для защиты оборудования IV-й категории.

### Ограничители перенапряжения в электрических системах

Варисторные ограничители перенапряжения ЕТІТЕС (Рис. 25) предназначены для защиты электрических устройств от коммутационных и атмосферных перенапряжений. Единственным действующим (активным) элементом ограничителей этого типа является варистор (Рис. 28). Этот элемент изготовлен из сплава оксида цинка (ZnO) (Рис. 30) и обладает сильно выраженной нелинейностью вольт-амперной характеристикой (Рис. 27).

На этой характеристике можно выделить несколько точек. Первая из них, это напряжение длительной работы, обозначенное  $U_c$  – действующее значение переменного напряжения, которое может длительно подаваться на зажимы ограничителя. В действительности это напряжение сети, под действием которого через варистор протекает небольшой (несколько микроампер) ток утечки. Ограничитель в этом режиме представляет собой резистор с очень большим сопротивлением.

В момент появления на зажимах ограничителя повышенного напряжения его сопротивление резко уменьшается и через ограничитель начинает протекать ударный разрядный ток. Уровень защиты ограничителя и его эффективность определяется напряжением разряда.

На характеристике варистора (Рис. 27) отмечены два уровня защиты: атмосферный и коммутационный. Уровень, обеспечивающий защиту от влияния атмосферных факторов, определяется падением напряжения во время протекания через ограничитель тока, возникающего при ударе молнии, (характерная форма волны – 8/20 мкс), а уровень коммутационной защиты определяется падением напряжения при коммутационном токовом ударе (форма волны – 20/60 мкс). После протекания через ограничитель разрядного тока и отведения его энергии в землю, ограничитель возвращается к своему изначальному состоянию и готов к дальнейшей работе.

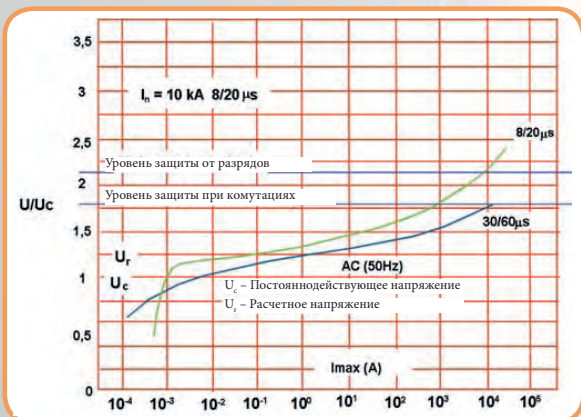




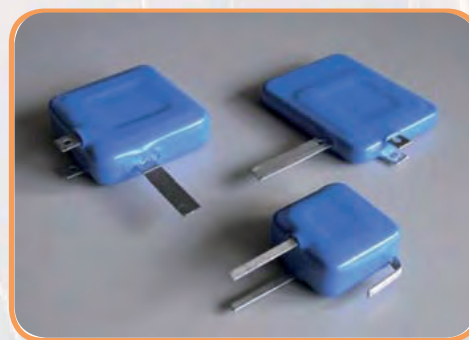
**Рисунок 25** – Ограничитель перенапряжения с варистором и термической защитой



**Рисунок 26** – Ограничители перенапряжения ETITEC

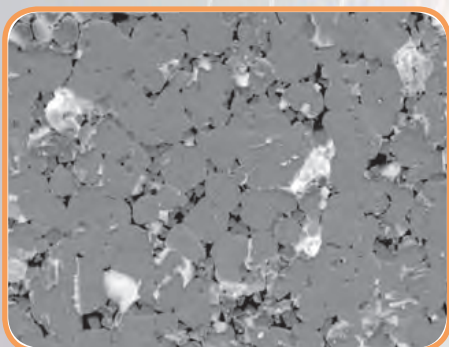


**Рисунок 27** – Вольт-амперная характеристика варисторных ограничителей перенапряжения

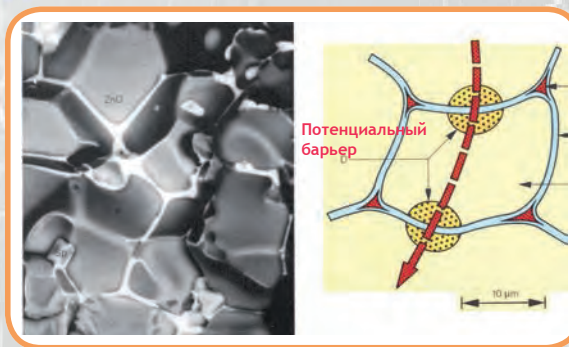


**Рисунок 28** – Варисторные элементы ограничителей перенапряжения ETITEC

Варисторы, изготовленные на основе оксида цинка ZnO, являются полупроводниками с кристаллической структурой, состоящей из зерен ZnO и других окисей металлов, напр. Bi2O3, CoO, MnO с разным процентным содержанием. Они тщательно перемешаны и спрессованы под высоким давлением – Рис. 29. Кроме зерен ZnO диаметром от 5-20 мкм, а также дополнительных элементов в твердом виде или в форме раствора в кристаллической структуре существуют также многочисленные дефекты (пустоты).



**Рисунок 29** – Внутренняя структура варистора на основе оксида ZnO

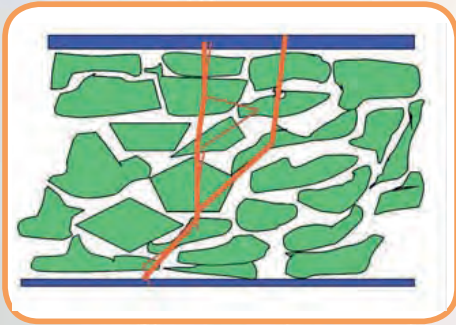


**Рисунок 30** – Вид микроструктуры варистора с отмеченным путем протекания тока

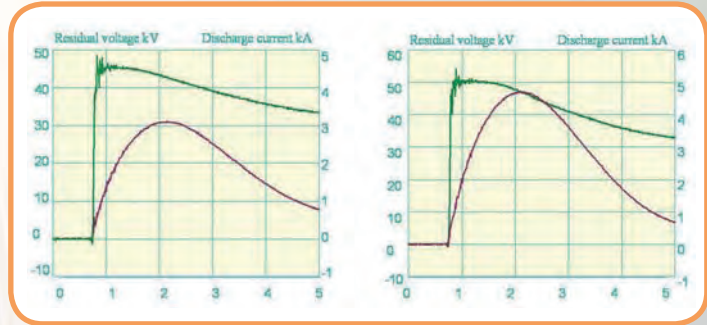
Примеси и пустоты могут быть объединены внешним электрическим полем. Сгенерированные таким образом пространственные заряды, создают барьер с отрицательным потенциалом на границе зерен ZnO (Рис. 30), который играет решающую роль в механизме проводимости разрядного тока. Протекание тока через материал происходит по многочисленным параллельным линиям, которые образуются последовательным соединением многочисленных зерен и соединениями между ними.



Полный ток состоит из многих отдельных токов, которые протекают одновременно от одного электрода варистора к другому. По мере нарастания напряжения происходит активация дополнительных путей проводимости, что приводит к нарастанию тока (Рис. 31).



**Рисунок 31** – Схема образования токовых цепей в оксидном варисторе



**Рисунок 32** – Переходные процессы напряжения и разрядного тока во время срабатывания варисторного ограничителя перенапряжения

Время с момента достижения соответствующего уровня напряжения на варисторе до момента его активации составляет обычно несколько десятков наносекунд. Такое короткое время срабатывания варисторных ограничителей, является их существенным преимуществом по сравнению с ограничителями на базе искровых разрядников. Они проводят электрический ток полностью через все сечение и благодаря этому имеют большую способность поглощения энергии, а также высокую стойкость к ударам тока. Учитывая, что ограничитель после срабатывания и пропускания разрядного тока на протяжении очень короткого времени возвращается в закрытое состояние (непроводимости), в варисторных ограничителях отсутствует явление остаточного тока, характерное для искровых разрядников. Кроме того, для повышения нагрузочной способности по току, варисторные элементы могут включаться параллельно, что также является их преимуществом. Каждый ограничитель имеет внутреннюю защиту, которая в случае превышения разрядным током допустимой величины разрывает цепь варистора.

### Классификация ограничителей перенапряжения

Ограничители перенапряжения применяющиеся в электрических сетях до 1000 В классифицируются в зависимости от необходимого уровня защиты. Назначение ограничителей перенапряжения разных классов, а также место их установки приведено в Таблице 3.

**Таблица 3**

Классификация ограничителей перенапряжения, применяемых в электрических сетях низкого напряжения.

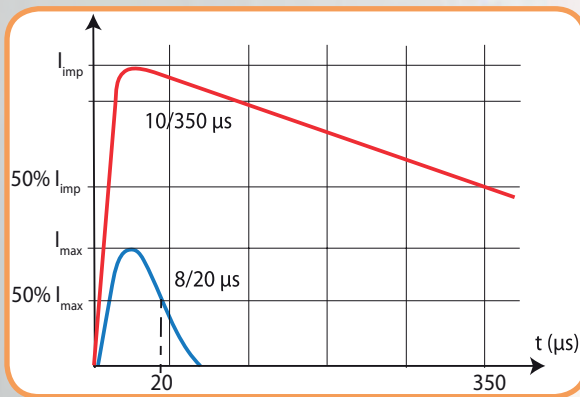
Название ограничителя	Тип/Класс	Назначение	Место монтажа
Ограничители перенапряжения, монтируемые на воздушных линиях	Тип 2 (Класс II/A)	Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений	Воздушные линии электропередачи (ЛЭП) низкого напряжения
Ограничители токов разряда молнии (SPD)	Тип 1 (Класс I/B)	Защита от непосредственного воздействия тока разряда молнии (выравнивание потенциалов в зданиях), атмосферных перенапряжений, а также всевозможного вида коммутационных перенапряжений	Место ввода ЛЭП в защищаемый от молнии объект. Вводной щит, распределительный щит.
Ограничители перенапряжения (SPD)	Тип 2 (Класс II/C)	Защита от индуцируемых атмосферных перенапряжений, коммутационных перенапряжений, а также всевозможного вида «остаточных» перенапряжений, пропущенных ограничителями типа 1 (класса B)	Разветвления электрической проводки в зданиях, главный распределительный щит
	Тип 3 (Класс III/D)	Защита от индуцируемых атмосферных и коммутационных перенапряжений	Распределительные щитки квартир, розетки, а также непосредственно перед электроустройством.



По стандартам определяют три класса ограничителей перенапряжения. Эти классы определяют величину разрядного тока и форму импульса, которые способен выдержать ограничитель во время испытаний.

**Классификация ограничителей:**

- Класс I/V (Тип 1). Ограничители, протестированные током  $I_H$  с формой 10/350 мкс (соответствуют прямому воздействию тока молнии) - Рис. 33 .
- Класс II/C (Тип 2). Ограничители, протестированные током  $I_H$  с формой 8/20 мкс (соответствуют непрямому воздействию тока молнии, величина которого была понижена с помощью ограничителей класса I/V) или коммутационным перенапряжением - Рис. 33.
- Класс III/D (Тип 3). Ограничители, протестированные таким же током  $I_H$  как и ограничители класса II/C, а также дополнительно импульсом напряжения  $U$  с формой 1,2/50 мкс.



$I_{max}$  и  $I_{imp}$  – это максимальные значения ударного тока, который может быть отведен в землю через ограничитель перенапряжения;

–  $I_{max}$  соответствует максимальному значению ударного тока с формой 8/20 и является допустимым для ограничителей класса II/C – Тип 2;

–  $I_{imp}$  соответствует максимальному значению ударного тока с формой 10/350 и является допустимым для ограничителей класса I/V – Тип 1;

Ограничители класса I/V должны быть устойчивы к пяти номиналам возрастающего ударного тока –  $(0,1 I_{imp}, 0,25 I_{imp}, 0,5 I_{imp}, 0,75 I_{imp}, I_{imp})$  с формой 10/350.

Ограничители класса II/C должны быть устойчивы к пяти номиналам возрастающего ударного тока –  $(0,1 I_{imp}, 0,25 I_{imp}, 0,5 I_{imp}, 0,75 I_{imp}, I_{imp})$  с формой 8/20.

**Рисунок 33** – Формы тестирующих импульсов 10/350 и 8/20

**ETITES A - ограничители перенапряжения для воздушных линий**

В профессиональной практике, еще продолжает действовать разделение ограничителей перенапряжений на классы A, B, C, D в соответствии с немецкими стандартами VDE. Ограничители перенапряжения, обозначенные в Таблице 3, как класс A, предназначены для защиты воздушных линий электропередач и трансформаторов.

Они характеризуются номинальным ( $I_H$ ) и граничным ( $I_{max}$ ) разрядным током с формой импульса 8/20. Это соответствует опасности, которую создают атмосферные разряды вблизи воздушных линий (Рис. 41) или при прямом разряде молнии в линию на значительном расстоянии от места установки ограничителей перенапряжения класса A (Рис. 40).

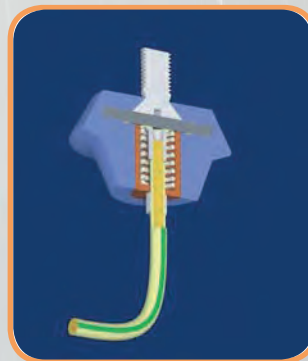
К сожалению, во время прямого разряда в устройство внешней молниезащиты (Рис. 38) или в воздушную линию (Рис. 39), расположенную по соседству с ограничителями перенапряжения, могут возникнуть токи, значительно превышающие ударную стойкость ограничителей. В результате происходит «пробой» ограничителей и в защищаемый объект проникают разрушающие токи.



**Рисунок 34** – Ограничитель перенапряжения ETITES A-O с разъединителем



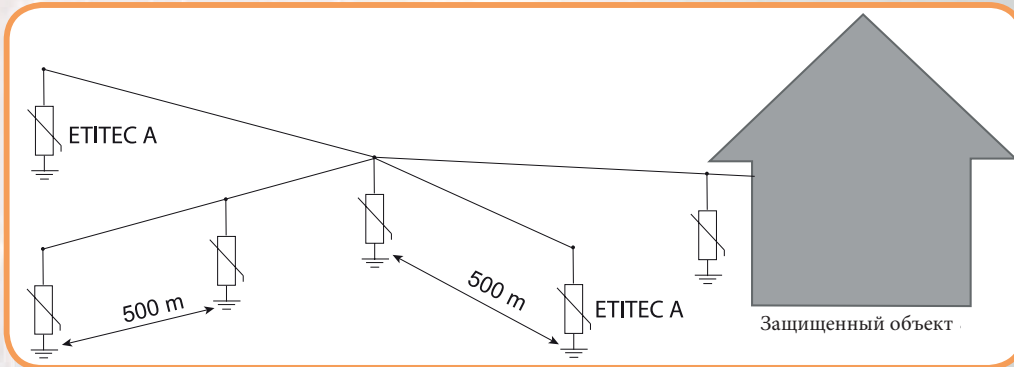
**Рисунок 35** – Ограничитель перенапряжения ETITES A без разъединителя



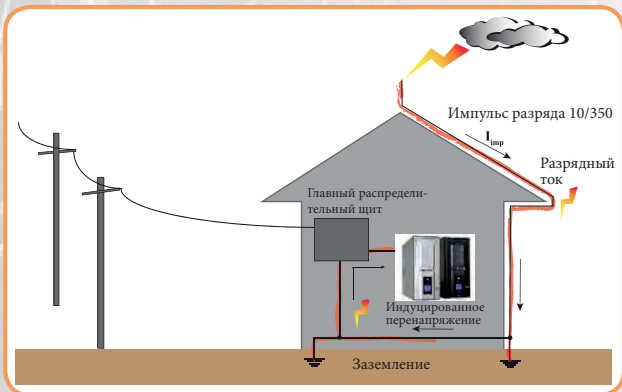
**Рисунок 36** – Ограничитель ETITES A в разрезе без разъединителя



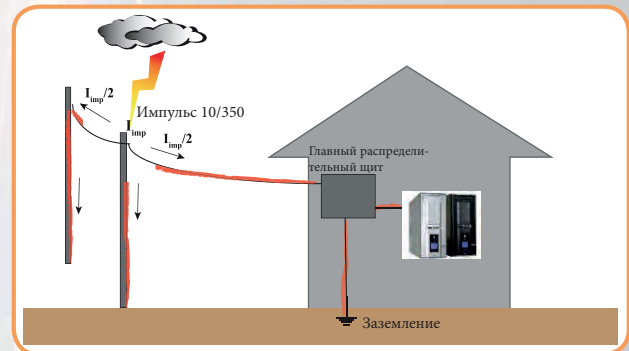
В пределах многоступенчатой защиты объекта от перенапряжений, на первой ступени целесообразной является установка ограничителя класса А (Рис. 34). Анализируя систему защиты от перенапряжений следует учитывать ассортимент и характеристики ограничителей, которые систематически дополняются, обеспечивая лучшие параметры. Применение ограничителей класса А значительно улучшает условия работы сети низкого напряжения и делает возможным гармоничное взаимодействие многоступенчатой защиты от перенапряжений на последующих ступенях (ограничители класса В, С и D).



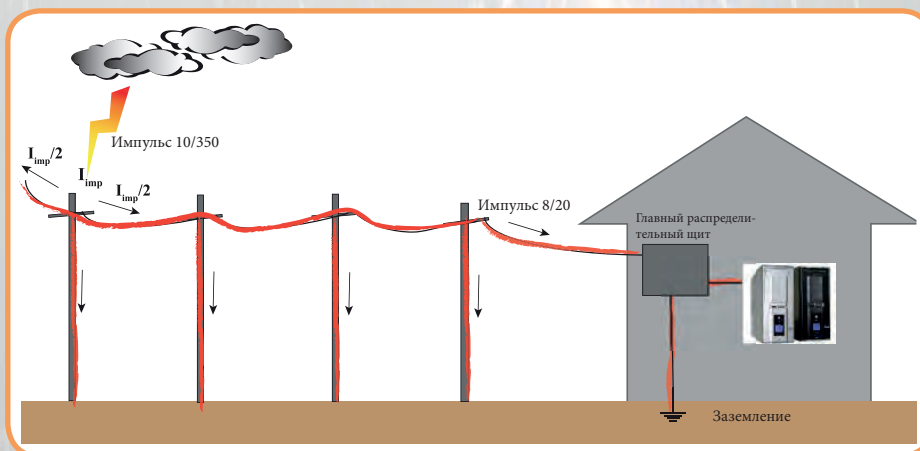
**Рисунок 37** – Размещение ограничителей перенапряжений ЕТIТЕС А в воздушной линии низкого напряжения



**Рисунок 38** – Прямой удар молнии в вертикальный молниеприемник



**Рисунок 39** – Попадание молнии в воздушные линии вблизи здания



**Рисунок 40** – Попадание молнии в воздушные кабельные линии вдали от здания

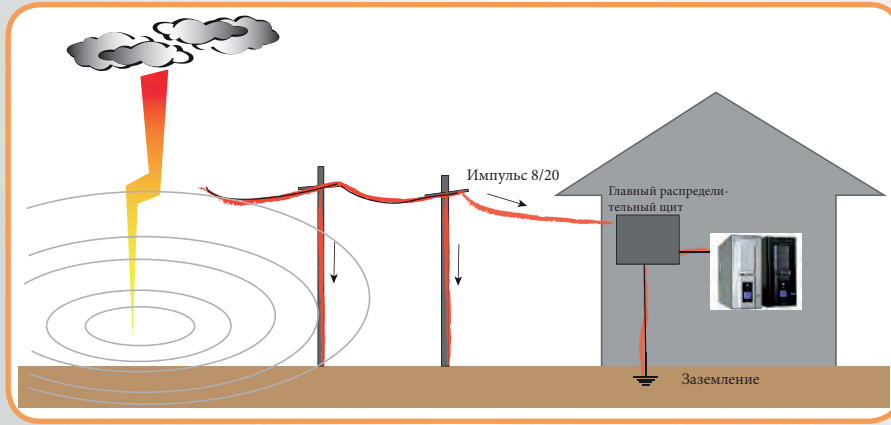


Рисунок 41 – Попадание молнии вблизи воздушной кабельной линии

При проектировании защиты от перенапряжений электросетей до 1000 В следует правильно выбирать и размещать ограничители класса А. Основная задача ограничителей – защита воздушных линий, распределительных щитов и электрического оборудования в защищаемом объекте. В распределительных сетях ограничители перенапряжения класса А следует устанавливать:

- в конце каждого отрезка воздушной линии;
- в местах, где воздушная линия переходит в кабельную линию;
- на вводах в здания. В данном случае ограничители класса А следует монтировать на опоре линии электропередачи, расположенной ближе всего к зданию или вблизи изоляторов, расположенных на стене здания;
- на стороне низкого напряжения трансформаторов, которые защищены ограничителями перенапряжений со стороны высокого напряжения.

Максимальное расстояние между установленными ограничителями перенапряжений не должно превышать 500 м (Рис. 37). На территориях, для которых свойственна большая вероятность возникновения разрядов молнии, рекомендуемый промежуток составляет около 300 м. В зависимости от конфигурации сети низкого напряжения, ограничители перенапряжения класса А монтируются согласно схеме, приведенной на рис. 42.

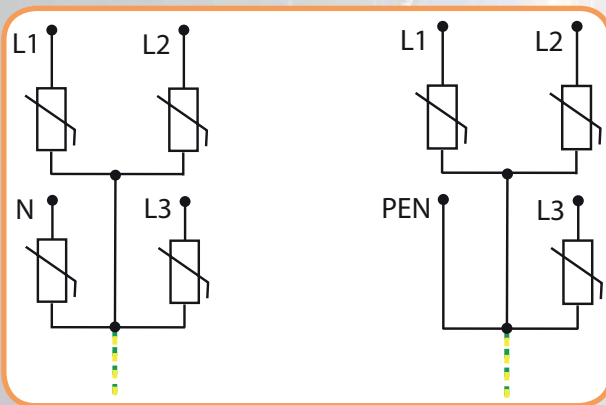


Рисунок 42 – Схемы соединения ограничителей ЕТІТЕС А на опоре воздушной линии

Одним из самых опасных случаев является прямой атмосферный разряд в провода воздушной линии электропередачи. Для оценки опасности такого перенапряжения, можно принять, что попавший в линию разряд это источник тока  $i_b$ , подключенный к проводам воздушной линии – Рис. 43. Поскольку ток молнии растекается в таком случае в обе стороны, то для дальнейших расчетов следует принимать во внимание величину ударного тока  $i_b/2$ .

Если принять, например, что величина волнового импеданса (сопротивления)  $Z$  провода воздушной линии составляет около 400 Ом, перенапряжение, генерируемое источником тока, равно  $U = Z \times i_b/2$ . Например, для тока молнии с амплитудой  $I = 20$  кА и волновым сопротивлением  $Z = 400$  Ом, результирующее напряжение  $U = 4000$  кВ. Ограничение ударной стойкости опорных (несущих) изоляторов линии электропередач приводит к тому, что в воздушных линиях при перенапряжениях ниже чем 4000 кВ происходит пробой изолятора, после чего уровень напряжения между проводом и землей зависит от падения напряжения на индуктивной составляющей провода и активной составляющей сопротивления опоры, на которой произошел пробой.

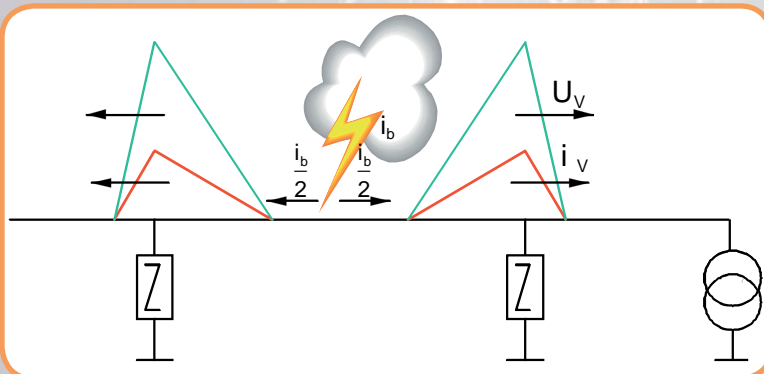


Рисунок 43 – Симуляция прямого разряда молнии в воздушную линию



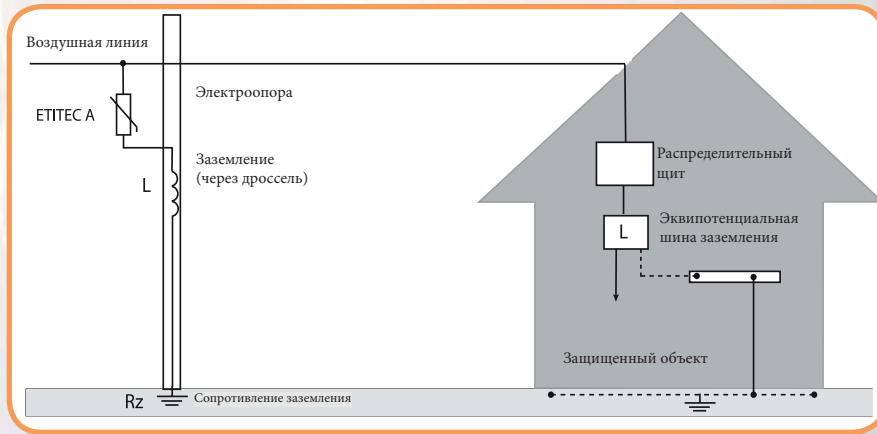


Рисунок 44 – Схема включения ограничителя ЕТІТЕС А на опоре воздушной линии

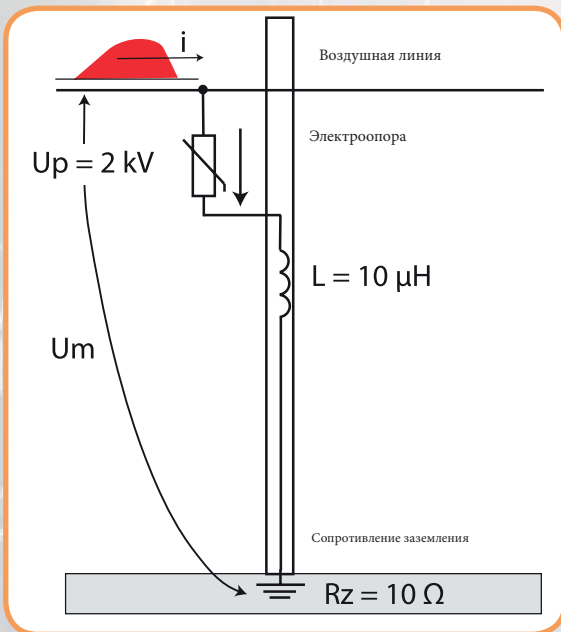
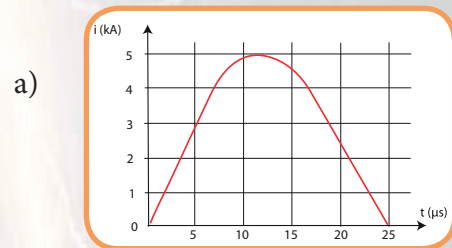
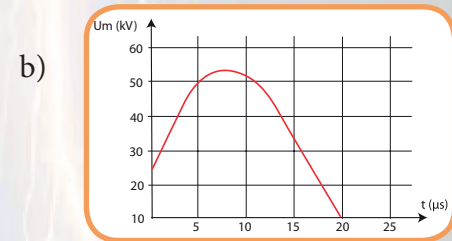


Рисунок 45 – Распределение напряжения на воздушной линии



Разрядный ток 5 кА, 8/20 мкс



Максимальное напряжение  $U_m = 55$  кВ

с) 
$$U_m = U_p + iR_z + L \cdot di/dt$$

На Рис 45 показано распределение напряжения на воздушной линии в случае атмосферного разряда величиной 5 кА (8/20). Согласно выражению с) суммарное напряжение  $U_m$  является суммой:

- номинального уровня напряжения защиты ограничителя  $U_p$  (около 2 кВ)
- падения напряжения на индуктивности  $L$  заземления  $L di/dt$ ; (при разрядном токе 5 кА, 8/20 мкс, скорости нарастания ( $di/dt$ ) около 1 кА/мкс - максимальное падение напряжения составляет около 10 кВ).
- падения напряжения на активном сопротивлении заземления  $R_z$  ( $iR_z$ ) (около 50 кВ).

Диаграмма б)  $U_m = f(t)$  показывает максимальное значение напряжения  $U_m$  (около 55 кВ). Ограничители перенапряжения класса А не способны эффективно защитить электрические системы внутри здания от разрядных токов. Их задача заключается в защите воздушных линий низкого напряжения.

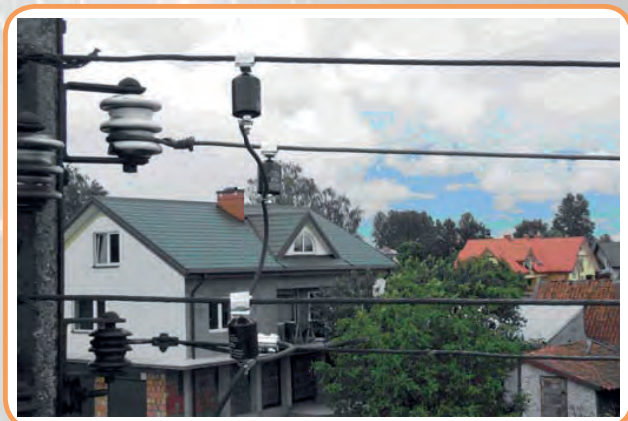


Рисунок 46 – Ограничители перенапряжения ЕТІТЕС А установленные на воздушной линии

## Подбор ограничителей ЕТІТЕС А по условиям работы

При выборе ограничителей перенапряжения следует учитывать такие параметры:

- напряжение длительной работы  $U_c$ ;
- уровень защиты по напряжению  $U_p$ ;
- номинальный разрядный ток  $I_n$  (8/20);
- максимальный разрядный ток  $I_{max}$  (8/20).

### Напряжение длительной работы $U_c$

Напряжение длительной работы  $U_c$  – это максимальное действующее значение переменного или постоянного напряжения, которое может быть длительное время приложено к ограничителю. Напряжение  $U_c$  ограничителей перенапряжения, монтируемых между фазой и нейтральным проводом N, должно соответствовать условию:

$$U_c \geq 1,1 U_m / \sqrt{3},$$

где  $U_m$  является наибольшим напряжением сети.

В сетях TN или TT при монтаже ограничителей перенапряжений между фазой L и нейтральным проводом N, а также нейтральным проводом и землей следует применять ограничители перенапряжения с напряжением длительной работы  $U_c = 280$  В. Напряжение длительной работы  $U_c$  должно удовлетворять следующему условию:

$$U_c \geq 1,1 U_m$$

Ограничители перенапряжений с напряжением длительной работы  $U_c = 500$  В следует монтировать в системах TT, TN – защита фаза-фаза, а также в системе IT при защите фаза - нейтраль и фаза - фаза (Таблица 4).

**Таблица 4** – Подбор напряжения длительной работы  $U_c$  ограничителей ЕТІТЕС А в зависимости от типа сети и способа подключения ограничителя

Тип электросети/Схема подключения	TN-S	TN-C	TNC-S	TT	IT
Между фазами ( $L_1, L_2, L_3$ ) и проводниками PEN, PE или N	280 В	280 В	280 В	280 В	500 В
Между фазами $L_1, L_2, L_3$	500 В	500 В	500 В	500 В	500 В

### Уровень защиты по напряжению $U_p$

Уровень защиты по напряжению  $U_p$  является параметром, характеризующим эффективность ограничения напряжения на зажимах при протекании разрядного тока  $I_n$ . Эту величину устанавливает производитель. Уровень защиты ограничителей на практике определяют путем проверки соотношения уровня защиты по напряжению  $U_p$  к напряжению длительной работы  $U_c$ . Чем меньше это соотношение, тем шире диапазон защиты изоляции защищаемых устройств. В случае, если требуемый уровень защиты не может быть достигнут за счет применения единичного ограничителя перенапряжений, необходимо применить дополнительные схемы ограничителей.

### Номинальный разрядный ток $I_n$

Номинальный разрядный ток  $I_n$  – это пиковое значение тока с формой 8/20 мкс, который протекает через ограничитель. Этот параметр используется при классификации ограничителей класса II/тип 2. Среднее значение тока, который возникает при атмосферных разрядах, составляет около 30 кА. При ударе молнии в воздушную линию ток растекается по трем фазам (возможен вариант растекания по четырем проводникам) в обоих направлениях. С определенным приближением можно принять, что ток, протекающий через ограничитель, будет составлять:

$$I_n = I/6,$$

где I – величина тока разряда молнии. Следовательно ток, протекающий через ограничитель, составит:

$$I_n = 30 \text{ кА} / 6 = 5 \text{ кА}$$

Из вышеупомянутого следует, что ограничитель перенапряжения с номинальным разрядным током  $I_n = 5$  кА и  $I_{max} = 10$  кА обеспечивает достаточный уровень защиты сети низкого напряжения или трансформатора. В местах, где довольно часто возникают молнии рекомендовано применение ограничителей перенапряжения с разрядным током  $I_n = 10$  кА и  $I_{max} = 15$  кА.



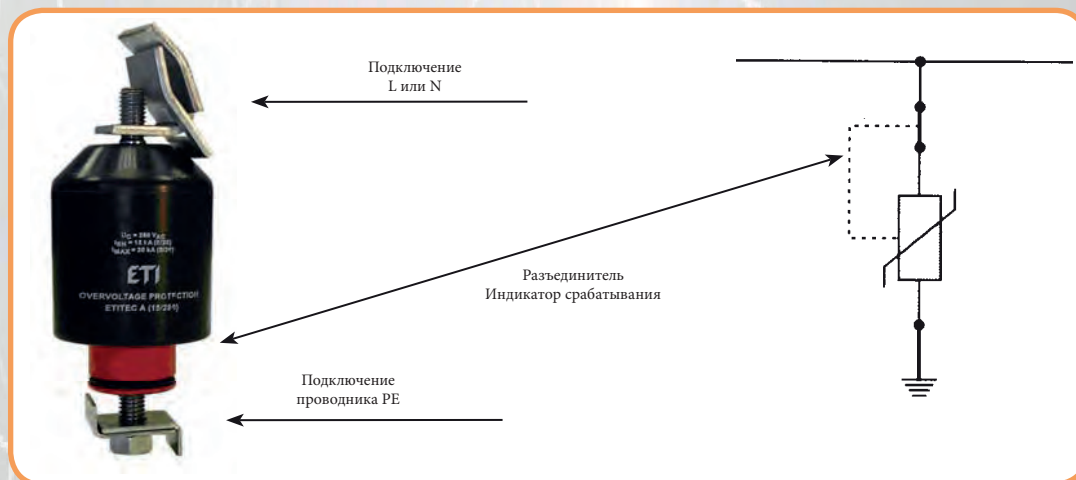
### Максимальный разрядный ток $I_{max}$

Максимальный разрядный ток  $I_{max}$  это значение тока с формой 8/20 мкс, который способен пропустить ограничитель класса II. Подбор этого параметра является второстепенным, поскольку его значение вытекает из подбора предыдущего параметра  $I_n$ . Ограничители ETITEC A имеют  $I_{max}$  на уровне 40 кА.

**Таблица 5** – Основные параметры ограничителей перенапряжения ETITEC A

Технические параметры	ETITEC A-O 280/5	ETITEC A-O 500/5	ETITEC A-O 280/10	ETITEC A-O 500/10	ETITEC A-O 280/15	ETITEC A-O 500/15
Постоянное рабочее напряжение $U_c$ (В)	280	500	280	500	280	500
Номинальный разрядный ток $I_n$ (кА)	5	5	10	10	15	15
Максимальный разрядный ток $I_{max}$ (кА)	40	40	40	40	40	40
Уровень защиты $U_p$ при токе $I_n$ (кА)	950	1500	950	1500	1600	2000
Диапазон рабочей температуры (°С)	от - 40 до + 80					
Наличие разъединителя	нет/да	нет/да	нет/да	нет/да	да	да

### Конструкция ограничителей перенапряжения ETITEC A и рекомендации по их установке



**Рисунок 47** – Ограничитель перенапряжения ETITEC A-O с индикатором повреждения и схема его подключения

Как показано на рис. 47, в нижней части ограничителя с разъединителем ETITEC A-O находится индикатор срабатывания, который исполняет двойную роль:

- указывает на ограничитель, который необходимо заменить – срабатывает визуальный индикатор красного цвета;
- отсоединяет от заземления ограничитель перенапряжения, предотвращая длительное короткое замыкание на землю в случае повреждения его варисторного элемента.

Сечения проводов, соединяющих ограничители с рабочими проводами и заземлением, не должны быть меньше, чем 10 мм<sup>2</sup> (Cu) и 16 мм<sup>2</sup> (Al), при этом отрезки проводов должны быть как можно короче, в связи с возможностью возникновения большого падения напряжения при протекании разрядного тока (Рис. 45).

Ограничители ETITEC A, рекомендуется устанавливать в местах заземления защитных проводов РЕ или PEN. В остальных случаях следует подсоединять заземлитель к зажимам ограничителя. Сопротивление заземления ограничителей перенапряжения ETITEC A не должно быть больше 10 Ом.

**Внимание:** Версии ограничителей ETITEC A-O с разъединителем должны быть соединены с заземлением гибким проводом («косичкой»). Недопустимо применение жестких проводников.

Таблица 6 – Сравнение вариантов линейных зажимов, применяемых в ограничителях перенапряжения ETITEC A

Описание	Тип линейного зажима	Применение
<p data-bbox="248 248 458 282">ETITEC A.././A</p> 	<p data-bbox="655 371 938 432">Металлический зажим, стойкий к коррозии</p>	<p data-bbox="1102 356 1370 450">Воздушные линии с не изолированными проводами</p>
<p data-bbox="248 562 458 595">ETITEC A.././B</p> 	<p data-bbox="628 667 965 761">Двойной зажим, прокалывающий изоляцию с двух сторон</p>	<p data-bbox="1054 589 1425 808">Предназначены для воздушных линий с изолированными проводами. Может быть использован как отдельный зажим. Сечения проводов до 95 мм<sup>2</sup>. Момент затягивания 22 Н*м</p>
<p data-bbox="248 875 458 909">ETITEC A.././C</p> 	<p data-bbox="588 994 1002 1055">Двойной зажим, с односторонним проколом изоляции</p>	<p data-bbox="1031 916 1442 1135">Предназначены для воздушных линий с изолированными проводами. Может быть использован как от- дельный зажим. Сечения проводов до 95 мм<sup>2</sup>. Момент затягивания 22 Н*м.</p>
<p data-bbox="248 1189 458 1223">ETITEC A.././D</p> 	<p data-bbox="647 1305 946 1366">ASXSn проводник 16 мм<sup>2</sup> (длина - 20/60 см)</p>	<p data-bbox="1031 1261 1442 1386">Приспособлен для применения на воздушных линиях с изолирован- ными проводниками с двойным проколом изоляции.</p>
<p data-bbox="248 1503 458 1536">ETITEC A.././E</p> 	<p data-bbox="735 1637 858 1671">Винт М8</p>	<p data-bbox="1046 1556 1425 1713">Многоцелевое использование; могут применяться в случае, когда необходимо заменить ограничитель, не заменяя при этом зажим.</p>
<p data-bbox="233 1816 474 1850">ETITEC A.././-OL</p> 	<p data-bbox="735 1951 858 1984">Винт М8</p>	<p data-bbox="1035 1856 1437 2045">Многоцелевые версии. Ограничитель с разъединением провода РЕ с заземлением. Провод отсоединяется, когда варисторный элемент ограничи- теля поврежден.</p>



Номинальное напряжение продолжительной работы (В)      Тип зажима

**ETITEC A 500/15 / A-O**

Номинальный ток разряда  $I_n$  (кА)      Версия с сигнализацией

**Типы зажимов:**

- A – зажим для кабеля без изоляции;
- B – зажим с проколом изоляции с двух сторон до 95 мм<sup>2</sup>;
- C – зажим с проколом изоляции с одной стороны до 95 мм<sup>2</sup>;
- D – линейный зажим в виде провода с изоляцией ASXSn 16 мм<sup>2</sup> – длина 20/60см;
- E – без зажима, винт с резьбой M8;

**Сигнализация:**

- O – ограничитель перенапряжения с сигнализацией в виде выстреливающего индикатора красного цвета;

**Ограничители перенапряжения ETITEC B (Тип 1/Класс I/V) – для установки внутри зданий**

Первая ступень защиты объекта в системе ограничителей перенапряжения, должна обеспечивать защиту оборудования и устройств от последствий, вызванных:

- прямыми атмосферными разрядами;
- прямыми ударами молнии в провода воздушных линий, питающих объект;
- ударами молнии вблизи кабельных линий низкого напряжения;
- коммутационными перенапряжениями и перенапряжениями, наводимыми атмосферными разрядами.

Ограничители перенапряжения ETITEC B (Тип 1), которые соответствуют требованиям испытаний Класса I/V, предназначены для защиты от молнии и выравнивания потенциалов для систем 4 категории (6 кВ). Эти ограничители должны быть способными пропускать без повреждений токи разряда молнии в требуемом диапазоне, который определяется из условий ударных нагрузочных способностей для данного типа. Ограничители перенапряжений Тип 1 (класса I/V) устанавливаются в местах (рис. 22) ввода проводов питающей электросети в здание, то есть в устройствах ввода которое оборудовано внешним устройством молниезащиты. К ограничителям Типа 1 (класса I/V) с номинальным напряжением непрерывной работы  $U_c$  от 150В к 300В требуется уровень защиты  $U_p$ , не превышающий 4 кВ (Зона 1). В случае применения ограничителей ETITEC B для кабельных соединений, нет необходимости в использовании каких-либо защитных крышек, так как варисторные ограничители в режиме протекания ударного тока (гашения ударной волны), в отличие от искровых разрядников, не создают электрической дуги. Ограничители перенапряжений ETITEC B следует устанавливать между проводами питающей сети низкого напряжения и заземлением следующим образом:

**в сетях типа TN и TT**

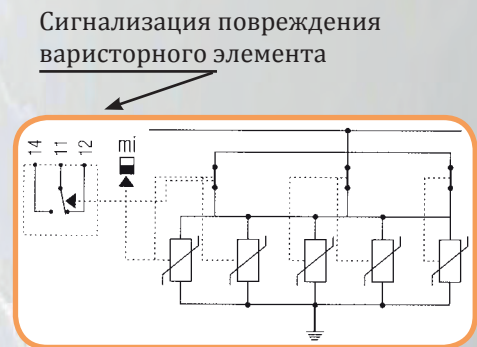
- если нейтральный провод заземлен на вводе электроустановки между каждым фазным проводом и заземлением;
- если нейтральный провод не заземлен на вводе электроустановки, между каждым фазным проводом и заземлением, а также между нейтральным проводом и заземлением;

**в сетях типа TT**

- между каждым фазным проводом и землей, а также если есть нейтральный провод, то между нейтральным проводом и землей.



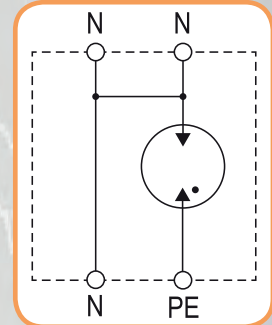
**Рисунок 48 – ETITEC B**



**Рисунок 49 – Электрическая схема ETITEC B**



**Рисунок 50 – Ограничитель с газовым разрядником ETITEC B 230/100G**



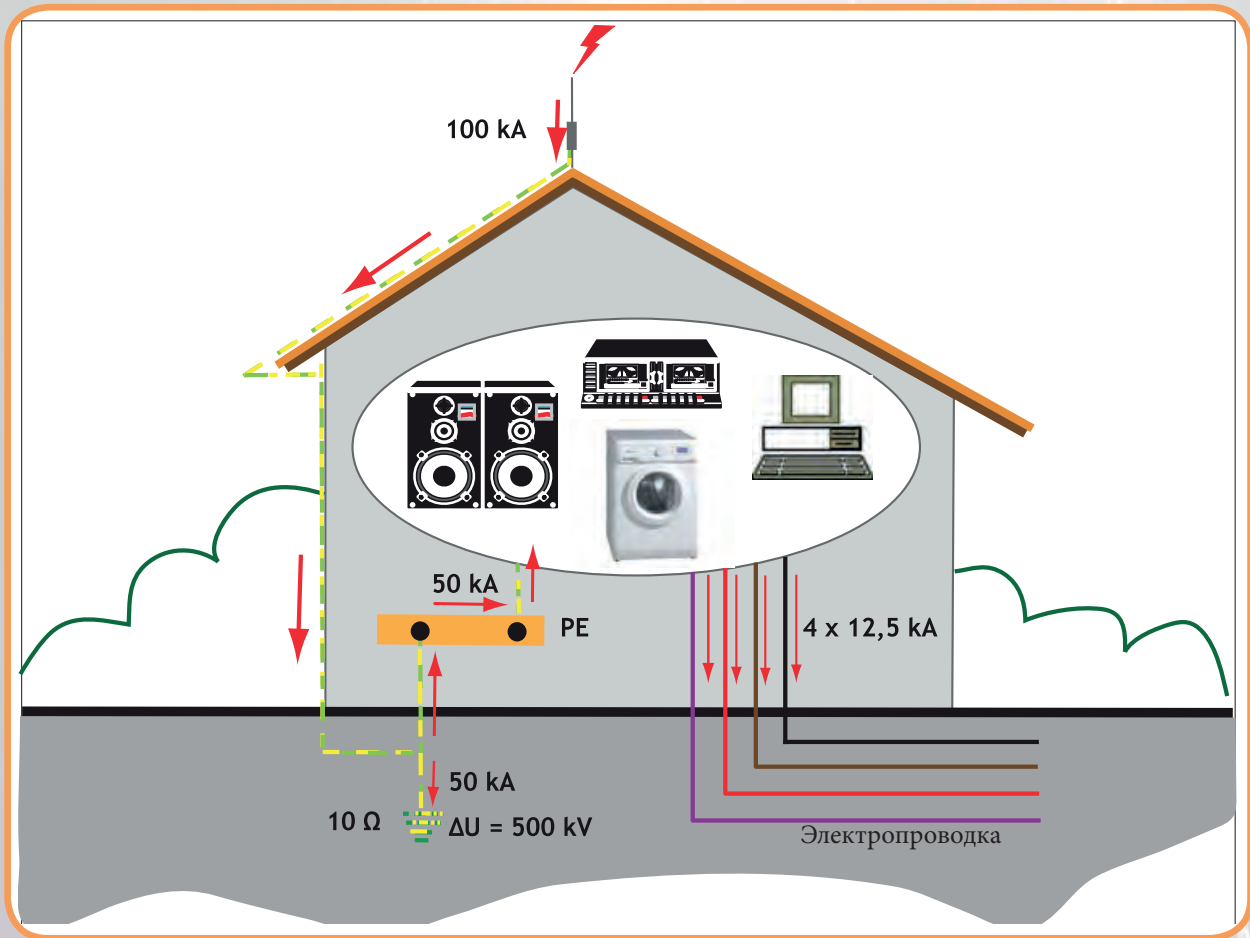
**Рисунок 51 – Схема ограничителя с газовым разрядником ETITEC B 230/100G**

Выбирая ограничители первой ступени защиты Тип 1 необходимо учитывать возможность возникновения ударного разрядного тока молнии на землю с пиковой величиной около 200 кА и формой 10/350 мкс. Учитывая сказанное выше, номинальные токи ограничителей Тип 1 (класс I/В) должны иметь также форму 10/350 мкс с амплитудой около нескольких десятков кА в зависимости от прогнозируемого растекания тока разряда молнии.

Как уже упоминалось выше, ограничители перенапряжений Тип 1 (класс I/В) применяются в тех случаях, когда защищаемый объект оборудован внешним устройством молниезащиты. В таком случае параметры ограничителей должны быть следующими:

Минимальный ударный ток  $I_{imp} = 12,5 \text{ кА}$  и максимальный уровень защиты  $U_p = 4000 \text{ В}$ .

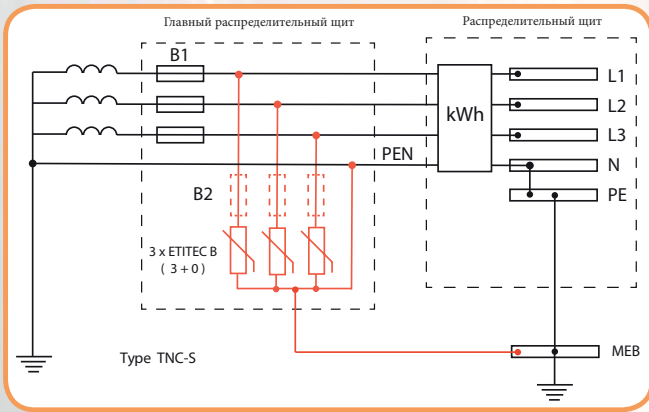
Минимальная величина  $I_{imp} = 12,5 \text{ кА}$  была принята на основании расчетов, представленных на (Рис. 52). В вышеупомянутых расчетах принят прямой удар молнии с величиной разрядного тока 100 кА.



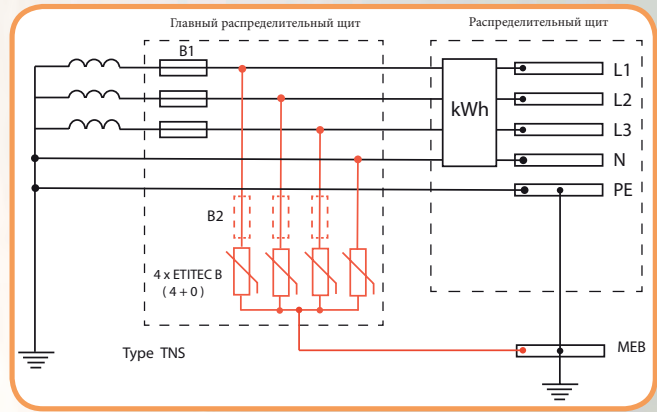
**Рисунок 52** – Растекание тока разряда молнии величиной 100 кА в результате прямого попадания молнии

При прямом попадании молнии в защищаемое здание примерно 50% мощности тока попадает на контур заземления, а остальные 50 % на токопроводящие элементы (проводка, системы водоснабжения, батареи). Для электросетей типа TN-C-S и TT в каждом проводнике будет протекать ток приблизительно 12,5 кА (50 кА/4). Подробный анализ распределения разрядного тока молнии в электросети приведен в рисунках ниже.

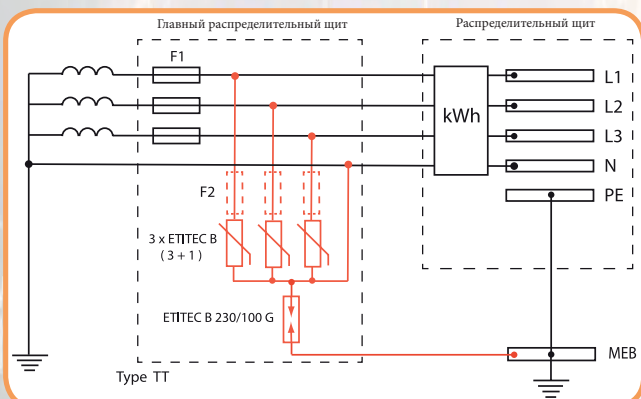




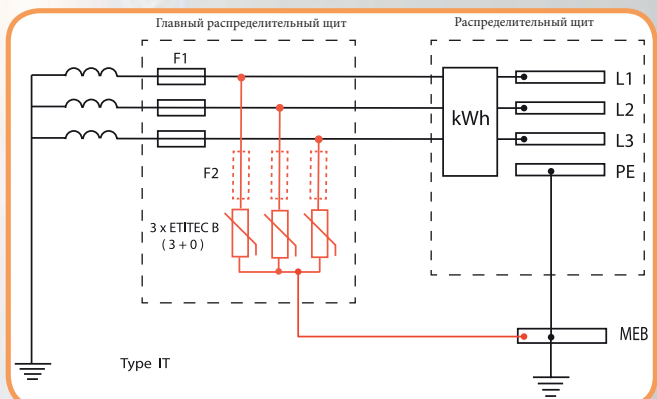
**Рисунок 53** – Подключение ETITEC B в сети типа TNC-S (3+0)



**Рисунок 54** – Подключение ETITEC B в сети типа TNS (4+0)

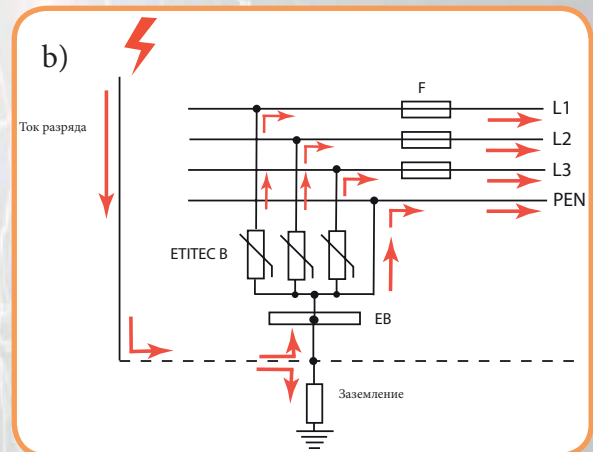
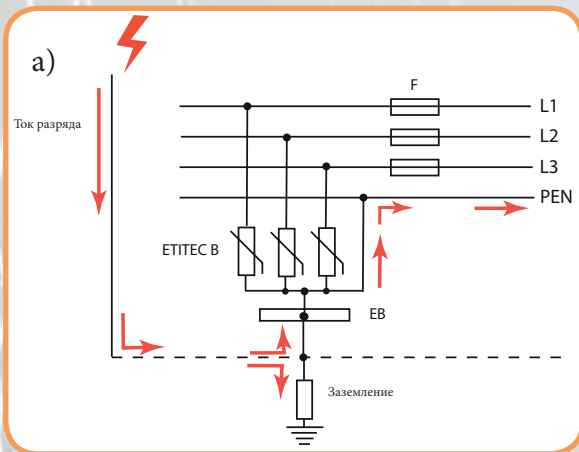


**Рисунок 55** – Подключение ETITEC B в сети типа TT (3+1)



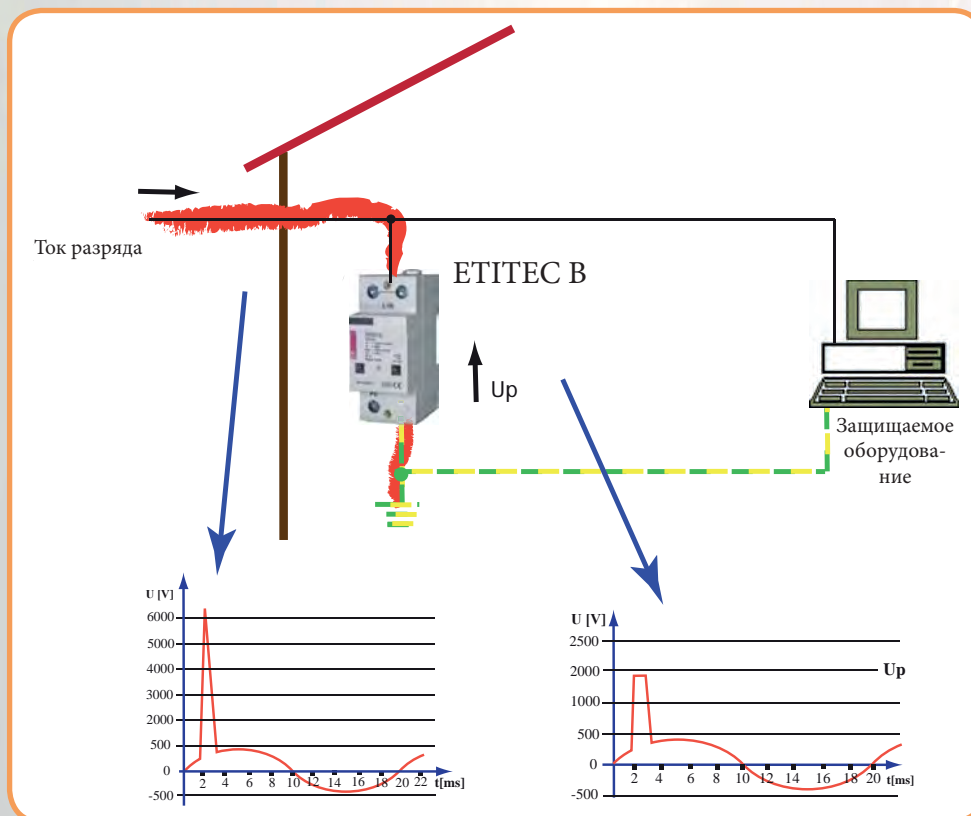
**Рисунок 56** – Подключение ETITEC B в сети типа IT (3+0)

Распределение тока молнии в системе до и после срабатывания ограничителя перенапряжения приведено на Рис. 57.



**Рисунок 57** – Распределение тока в электросистеме с установленным ограничителем перенапряжения после прямого удара молнии в вертикальный молниеприемник

- a) до срабатывания ограничителя;
- b) после срабатывания ограничителя.



**Рисунок 58** – Протекание тока через ограничитель перенапряжения

Во время протекания тока разряда молнии через ограничитель ETITEC B падение напряжения на ограничителе  $U_p$  определяет уровень напряжения защиты ограничителя, и в то же время, является напряжением на защищаемом объекте.

Следовательно ток, который протекает непосредственно через ограничители ETITEC B можно рассчитать с помощью Таблицы 7, где  $n$  – количество проводников в соответствующей системе электросети. К примеру в сети TN-S токоведущими проводниками являются L1, L2, L3, N и PE, то есть  $n=5$ .

**Таблица 7** – Растекание тока разряда молнии через ограничители ETITEC B

Уровень защиты	Величина тока				
	TN	TT	TT с ограничителями*	TT с газоразрядниками 230/100 G**	IT
I	$\geq 100 \text{ кА/н}$	$\geq 100 \text{ кА/н}$	$\geq 100 \text{ кА/н}$	$\geq 100 \text{ кА}$	$\geq 100 \text{ кА/н}$
II	$\geq 75 \text{ кА/н}$	$\geq 75 \text{ кА/н}$	$\geq 75 \text{ кА/н}$	$\geq 75 \text{ кА}$	$\geq 75 \text{ кА/н}$
III - IV	$\geq 50 \text{ кА/н}$	$\geq 50 \text{ кА/н}$	$\geq 50 \text{ кА/н}$	$\geq 50 \text{ кА}$	$\geq 50 \text{ кА/н}$

\* – система из четырех ограничителей перенапряжения ETITEC B (4+0);

\*\* – система из трех ограничителей и одного газового разрядника ETITEC B 230/100 G (3+1).

### Ограничители перенапряжения ETITEC C (Тип 2/Класс II/C) – для установки внутри зданий

Варисторные ограничители перенапряжения Тип 2, которые соответствуют требованиям испытаний Класса II/C, предназначены для защиты от перенапряжений, величина которых соответствует I или II категории ударной стойкости (Рис. 22). Они предназначены для защиты электрического оборудования от перенапряжений, источником которых являются коммутационные процессы в электрической сети, а также удаленные либо близкие, но уже ослабленные, атмосферные разряды. Ударная способность ограничителя перенапряжения Тип 2 (Класс II/C) рассчитана на ток с амплитудой не менее 5 кА при времени нарастания фронта 8 мкс и времени спада тока до 50 % от пикового значения ударной волны 20 мкс (Рис. 33).

Такой ограничитель устанавливается как вторая ступень защиты в зданиях, которые оборудованы внешней системой молниезащиты или питаются от воздушной линии электропередачи, либо как первая ступень защиты в зданиях, которые не требуют многоступенчатой защиты, то есть объектах без внешнего контура молниезащиты, а также в сочетании с кабельной линией питания (длиной не менее 200м).



Ограничители ЕТІТЕС С – Тип 2 (Класс II/С) имеют номинальный разрядный ток  $I_n = 5 - 20$  кА (8/20 мкс), а также обеспечивают уровень ограничиваемого напряжения (уровень защиты)  $U_p$  1,4 кВ, то есть соответствуют требованиям ограничителей для 2 зоны, а также для II категории ударной выносливости, в которую включают устройства общего пользования, выдерживающие перенапряжения до 2,5 кВ.

**Ограничители перенапряжения ЕТІТЕС D (Тип 3/Класс III/D) – для установки внутри зданий**

Варисторные ограничители перенапряжения ЕТІТЕС D Тип 3, соответствующие требованиям класса III (D), предназначены для точной защиты от перенапряжения электроприемников особенно чувствительных к кратковременным перенапряжениям. Изоляция таких электроприемников выдерживает ударное напряжение не более 1,5 кВ (Рис. 22). В электрических системах Тип 3 (Класс III/D) обычно устанавливают совместно ограничители Тип 1 и Тип 2, образуя многоступенчатую систему защиты от перенапряжений. В большинстве случаев двухступенчатая система защиты, которая состоит из ограничителей Тип 1 и Тип 2, обеспечивает достаточную защиту объекта, а применение ограничителей Тип 3 является дополнением. Ограничители Тип 3 предназначены для использования в сетях потребителей, которые чувствительны к перенапряжениям – компьютеры, телекоммуникационные устройства, радиотелевизионное оборудование. Они также предназначены для оборудования, значительно удаленного от ограничителя Тип 2. Для ограничителей ЕТІТЕС D рекомендуется, чтобы длина проводников между ограничителями Тип 2 и Тип 3, составляла не менее 5 м. В электросистемах ограничители Тип 3 устанавливаются после устройств защитного отключения (УЗО), что исключает их влияние на работу этих устройств.

Выполнение этого условия достигнуто за счет использования в ограничителе ЕТІТЕС D искрового разрядника, который ограничивает перенапряжение и исключает появление тока утечки между фазным проводом (или нейтральным) и защитным РЕ, а также ограничивает перенапряжение между фазным проводом и нейтральным, что не приводит к ошибочному срабатыванию УЗО или дифференциального автомата.

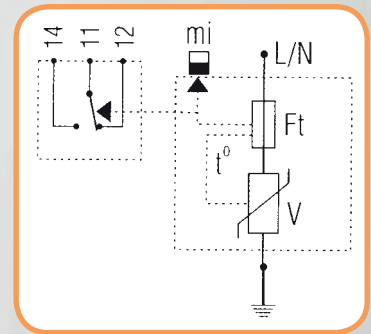
**Индикация повреждений варисторных элементов в устройствах ограничителя перенапряжений**

Варисторные ограничители перенапряжений предназначены для длительной работы без дополнительного обслуживания. В нормальном режиме длительность их работы рассчитана примерно на 200 тыс. часов, на протяжении которых они способны срабатывать бесконечное количество раз. Как упоминалось выше, варисторные ограничители перенапряжений ЕТІТЕС в номинальном режиме работы и при условии отсутствия помех являют собой большое сопротивление, а при появлении волны перенапряжения переключаются в состояние проводимости за несколько микросекунд. Ударная волна перенапряжения, особенно при превышении номинальных параметров (напр., амплитуды и продолжительности действия), может повредить (прожечь) варисторы ограничителя, отключая его от электрической цепи. С этого момента ограничитель теряет свои функции, как защитное устройство. Пользователь или обслуживающий персонал



**Рисунок 59** – Варисторный ограничитель перенапряжения ЕТІТЕС С 275/20

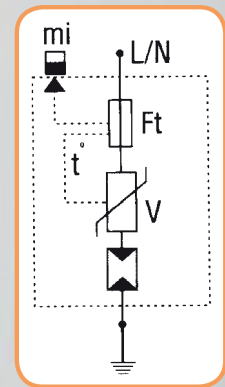
Сигнализация повреждения варисторного элемента



**Рисунок 60** – Принципиальная схема ограничителя перенапряжения ЕТІТЕС С 275/20



**Рисунок 61** – Варисторный ограничитель перенапряжения ЕТІТЕС D 275/3



**Рисунок 62** – Принципиальная схема ограничителя перенапряжения ЕТІТЕС D 275/3



**Рисунок 63** – Ограничитель перенапряжения ЕТІТЕС D



должен быть проинформирован об этом как можно скорее. Все ограничители перенапряжений оснащены визуальной сигнализацией повреждения варисторов. Появление в контрольном окошке флажка красного цвета свидетельствует о повреждении варисторного элемента. В такой ситуации варисторный модуль заменяется без демонтажа корпуса с шины TN35.

Все сменные варисторные модули со стороны контактов имеют специальный профильный блокирующий элемент (Рис. 66), который не допускает использование несоответствующего модуля для ограничителей данного типа или класса. Визуальный контроль большого количества установленных ограничителей, например, на большом предприятии или в здании с большим количеством помещений и т.п. связан с определенными трудностями. Поэтому ограничители перенапряжений ETITEC могут быть оснащены дополнительными переключающими контактами для дистанционной сигнализации повреждения варисторного элемента. Серия ограничителей RC, оснащена вышеупомянутыми внешними перекидными контактами (Рис. 65), которые служат для подключения внешней цепи сигнализации (звуковой или визуальной) повреждения варисторного элемента или извлечения варисторного модуля из корпуса посторонними лицами. Максимальное сечение провода, который подключается к сигнальным контактам составляет 1,5 мм<sup>2</sup>, а его максимальная нагрузочная способность составляет 0,5А /250V~. Переключающие контакты обозначены номерами 14, 11, 12, где пара цифр 11-12 обозначает нормально замкнутый (НЗ), а 11-14 – нормально разомкнутый (НО) контакт. На рис. 65 показан пример подключения цепи внешней звуковой и визуальной сигнализации повреждения. Схема сигнальных контактов ограничителя приведена на Рис. 66. В качестве сигнализирующего устройства могут быть применены звонок или сигнальная лампа, которые тоже предлагаются компанией ETI Украина. Возможность извлечения варисторного картриджа из корпуса ограничителя (Рис. 66) является его большим преимуществом перед ограничителями моноблочного исполнения. Это связано не только с необходимостью его замены в аварийных случаях. Конструкция контактов и корпуса варисторного модуля делает невозможным его замену на модуль с другими параметрами, благодаря специальному элементу, который идентифицирует вставки (Рис. 66). **Важно:** Ограничитель перенапряжения, установленный в сети, делает невозможным проведение измерения величины сопротивления изоляции сети, а также сопротивление цепи короткого замыкания. Чтобы получить действительные данные во время проведения сервисных измерений все варисторные вставки ограничителей перенапряжений должны быть извлечены из корпусов.

Каждый ограничитель перенапряжения оснащен тепловой защитой (Рис. 69), которая в случае превышения тока допустимого значения (при номинальном напряжении питания оборудования), отключает ограничитель от электрической цепи. Благодаря такому решению, в случае повреждения или ухудшения технических характеристик варисторного элемента, защищаемое оборудование будет функционировать в нормальном режиме.

Индикатор срабатывания

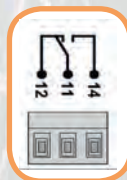


Рисунок 64 – Сигнализация повреждения варисторного элемента ограничителя Типа 2

Контакты дистанционной сигнализации (RC) повреждения варистора



Рисунок 65 – Сигнализационная цепь ограничителя перенапряжения Типа 2



Элементы соответствия модуля

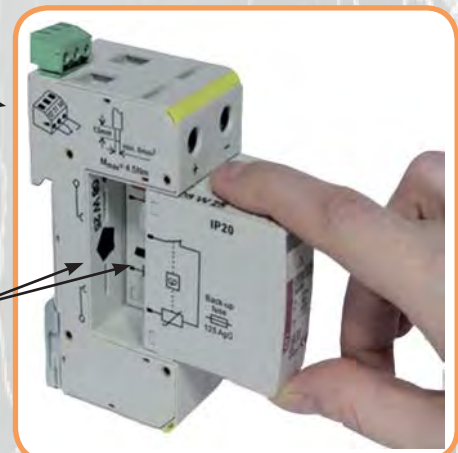
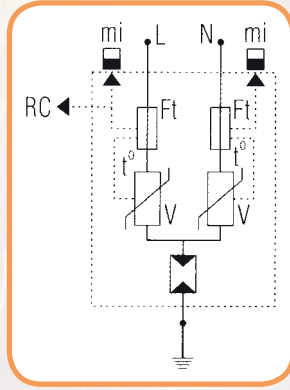


Рисунок 66 – Сменный варисторный модуль ограничителя ETITEC C

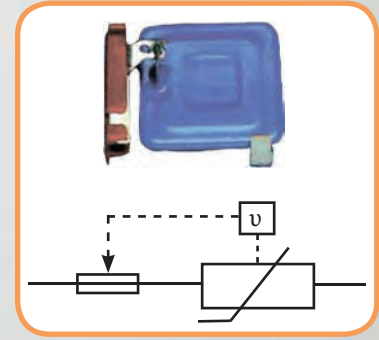




**Рисунок 67** – Ограничитель перенапряжения ETITEC C2 275/30



**Рисунок 68** – Схема ограничителя перенапряжения ETITEC C2 275/30 с искровым разрядником



**Рисунок 69** – Варисторный элемент ограничителя перенапряжения с тепловой защитой

В случаях, когда величина тока, протекающего через ограничитель при номинальном напряжении, не превышает 20-50 мкА - применяются ограничители, выполненные в виде последовательного соединения варистора и газового искрового разрядника (Рис. 68). Примером такого устройства является ETITEC C2 275/30 (Рис. 67). Величина тока, который протекает через этот ограничитель при номинальном напряжении, не превышает 1 мкА.

С целью правильного подбора ограничителей перенапряжения Тип 2 (класс II/C) кроме технических параметров применяемых изделий, необходимо также учитывать тип защищаемой электросети. В случае выполнения второй ступени защиты от перенапряжения в электросети типа TNC при номинальном напряжении 230/400 В, защите подлежат все фазные провода. То есть для трехфазной сети TNC следует применять 3 ограничителя перенапряжения. Каждый из ограничителей подключается между фазным проводом и защитно-нейтральным проводником PEN (Рис. 75). Для защиты трехфазных электроустановок в системе сети TNS применяется 4 ограничителя перенапряжения. Три ограничителя присоединяется между фазными (L1, L2, L3) проводами и защитным проводом PE, а один ограничитель – между нейтральным проводом N и защитным PE (Рис. 74) и (Рис. 70).

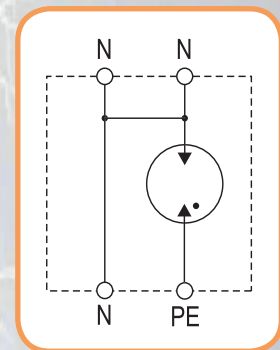
Рекомендуется, чтобы ограничители перенапряжений были смонтированы перед УЗО. Такое соединение имеет два преимущества: во-первых, защищается УЗО, во-вторых, токи, протекающие через ограничители перенапряжения при номинальном напряжении не приводят к ложному срабатыванию УЗО. В случае защиты от перенапряжения трехфазной сети напряжением 230/400 В системы TT применяется так называемая схема соединения «3+1» (3 варисторных ограничителя и 1 искровой разрядник). Три варисторных ограничителя подсоединены между фазными проводами (L1, L2, L3) и нейтральным проводом, в то же время как искровой разрядник включается между нейтральным проводом N и заземляющим проводником PE (Рис. 76). Кроме того варисторные ограничители перенапряжений для системы сети TT должны иметь рабочее напряжение  $U_c$  не менее 440 В. Для системы сети TT предназначены ограничители перенапряжений ETITEC C 440/20, а также искровой разрядник ETITEC C 255/20 G (Рис. 71) и его схема (Рис. 72).



**Рисунок 70** – Ограничитель перенапряжения ETITEC C 275/20 G 4р для системы TNC-S



**Рисунок 71** – Искровой разрядник ETITEC C 255/20 G для системы TT



**Рисунок 72** – Схема искрового разрядника для системы TT ETITEC C 255/20 G

Подключение ограничителей перенапряжения для разных типов сети

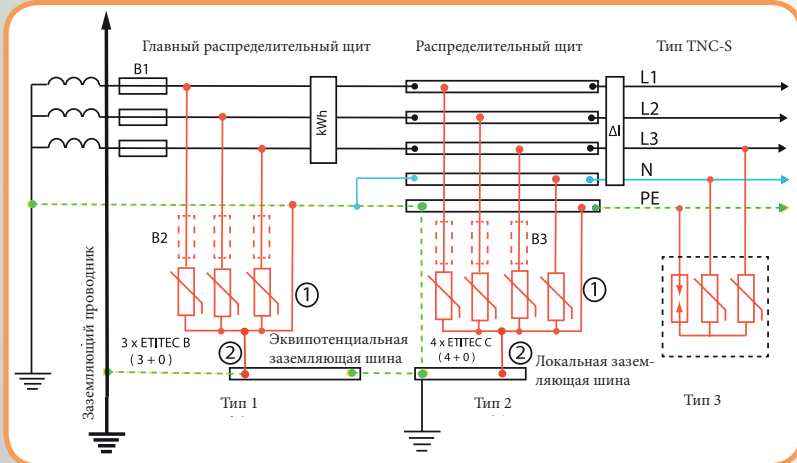


Рисунок 73 – Схема подключения ограничителей перенапряжения ETITEC B и ETITEC C в сети TNC-S (3+0)

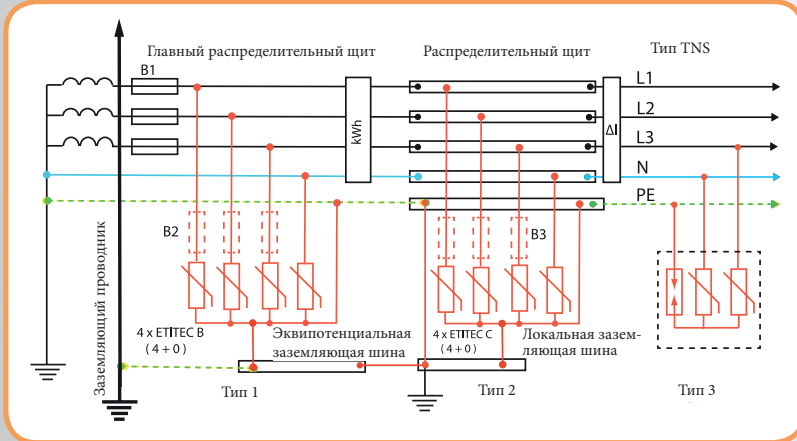


Рисунок 74 – Схема подключения ограничителей перенапряжения ETITEC B и ETITEC C в сети TNS (4+0)

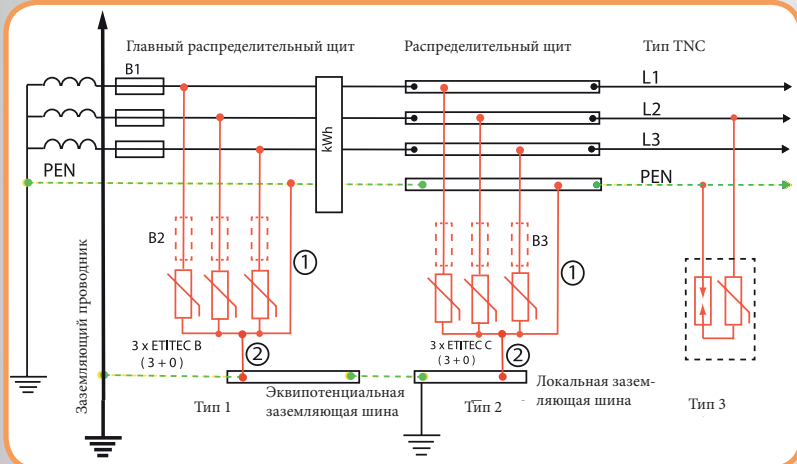


Рисунок 75 – Схема подключения ограничителей перенапряжения ETITEC B и ETITEC C в сети TNC (3+0)

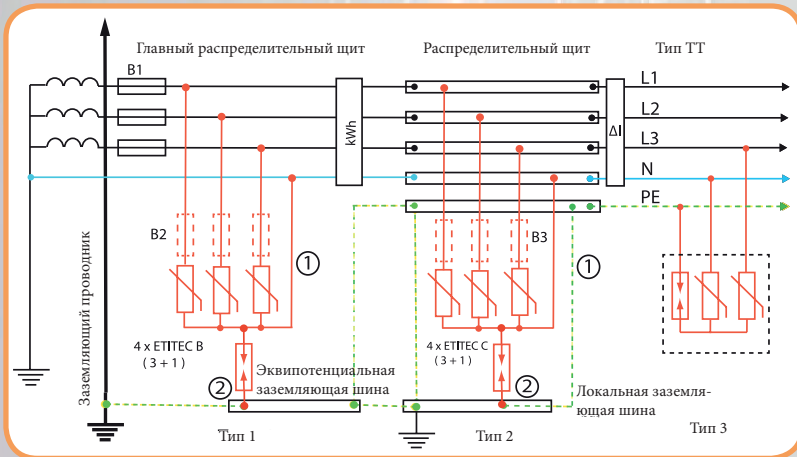
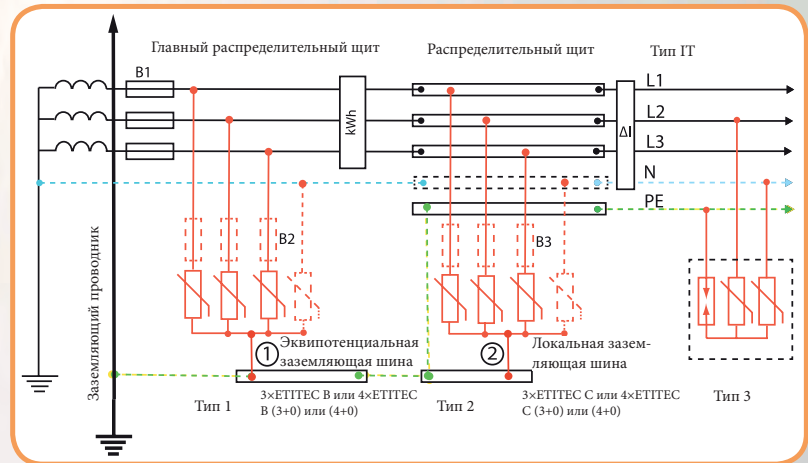


Рисунок 76 – Схема подключения ограничителей перенапряжения ETITEC B и ETITEC C в сети TT (3+1)



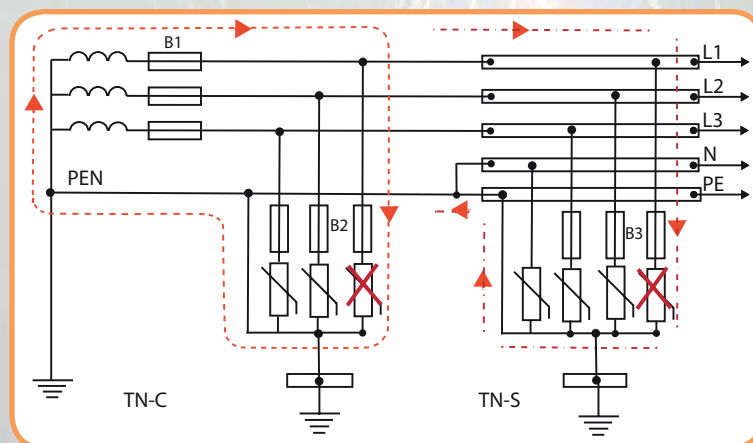
**Рисунок 77** – Схема подключения ограничителей перенапряжения ЕТІТЕС В и ЕТІТЕС С в сети IT (3+0) или IT (4+0)



### Защита ограничителей перенапряжения

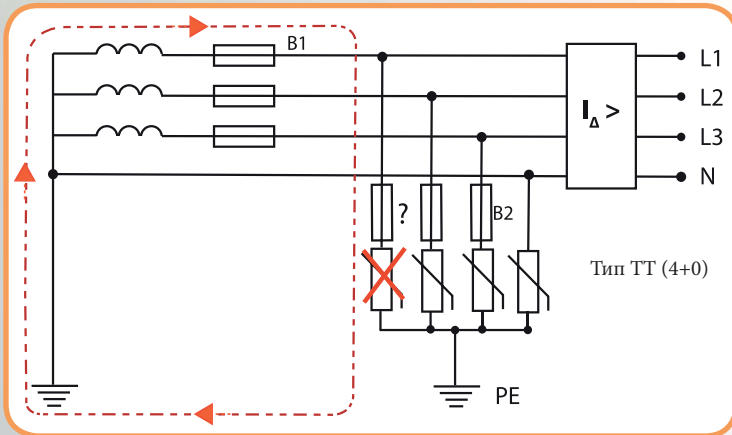
На приведенных выше схемах подключения ограничителей перенапряжения для различных типов сети показана защита плавкими предохранителями В2 и В3, которые включены последовательно с применяемыми в схеме ограничителями. Также на схеме показана главная защита В1, которая устанавливается на вводе защищаемого объекта. Как уже было упомянуто ранее, ограничители перенапряжений ЕТІТЕС не имеют встроенной защиты от токов короткого замыкания. Данную функцию выполняют внешние предохранители. Параметры ограничителей перенапряжения, особенно номинальный и максимальный разрядный ток, нужно выбирать в зависимости от требуемого уровня защиты (Табл. 1) таким образом, чтобы вероятность их превышения была наименьшей. Само собой разумеется, что значение параметров молнии невозможно точно предусмотреть. При этом могут возникать токи, которые во много раз превышают максимальный разрядный ток применяемых ограничителей, что приводит к повреждению (короткому замыканию) варисторных элементов. Короткое замыкание варистора также возможно в результате многократного протекания разрядного тока величиной, близкой к номинальной. Короткое замыкание варистора внутри ограничителя перенапряжения является коротким замыканием между фазным проводом и защитным L-PE (замыкание на землю). В системах сети TN и TT существующие защиты (максимальная и дифференциальная по току) должны обеспечивать автоматическое отключение питания в связи с опасностью поражения током. Отключение питания с помощью предохранителя должно произойти за время не более 5 с, поскольку такое граничное время требуется в распределительных сетях, в которых устанавливаются ограничители перенапряжений Тип 1 и 2 (класс I и II/В и С). Следовательно, защитная функция предохранителя заключается в отключении питания в случае длительного короткого замыкания в ограничителе или в другом месте электрической сети, включенной последовательно с ограничителем.

В сети типа TN короткое замыкание варистора, установленного в цепи L-PE, образует низкоомную (проводящую) цепь короткого замыкания, которая состоит исключительно из проводов (Рис. 78). В этом случае ток короткого замыкания имеет большую величину, поэтому и легче обеспечить автоматическое выключение питания в требуемый промежуток времени с помощью предохранителей В1 или В2.



**Рисунок 78** – Низкоомная цепь тока при коротком замыкании в ограничителе перенапряжения в системе сети: TN-C (3+0) или TN-S (4+0)

Ограничители перенапряжения должны быть установлены в сети перед УЗО или дифференциальными автоматическими выключателями, чтобы исключить их ложное отключение при каждом срабатывании ограничителя. В системе сети ТТ контур короткого замыкания проходит через землю (Рис. 79) и ток короткого замыкания при этом недостаточный для срабатывания предохранителей В1 или В2.

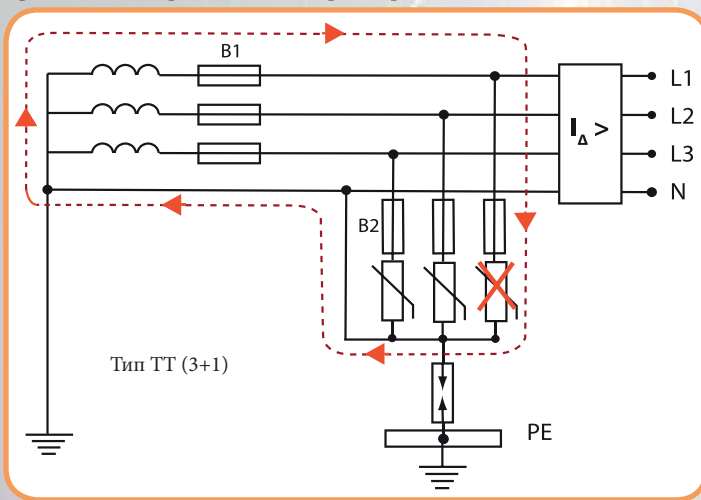


**Рисунок 79** – Ограничители перенапряжения в сети ТТ (4+0).

Предохранитель не отключает поврежденный ограничитель, в результате чего опасное напряжение переходит к защитному проводу РЕ.

Ограничители перенапряжения, установленные в этой части электросети, могут вызвать кратковременное короткое замыкание (во время отвода разрядного тока на землю), или в случае повреждения варисторного элемента, могут вызвать длительное короткое замыкание. Следовательно ограничители перенапряжения в схеме 4+0 системы сети ТТ, как показано на рис. 79, могут создавать опасность поражения. Наилучшим решением этой проблемы является схема 3+1 (Рис. 80), где три ограничителя подключены между каждой фазой и нейтральным проводом, и газовым разрядником, подключенным между нейтральным проводом N и защитным проводом РЕ.

При коротком замыкании в ограничителе, который установлен в цепи L-N, через низкоомную цепь протекает большой ток, достаточный для срабатывания защиты от короткого замыкания. Как видно из приведенной выше схемы, короткое замыкание L-PE невозможно без одновременного короткого замыкания L-N. Искровой разрядник, включенный между N-PE, обеспечивает безотказное разъединение проводов N и PE. Его номинальный разрядный ток должен быть больше, чем ток варисторных ограничителей (50, 75 или 100 кА в зависимости от уровня защиты), так как он должен быть рассчитан на сумму разрядных токов, которые протекают через два или три ограничителя.



**Рисунок 80** – Ограничители перенапряжения в сети ТТ (3+1).

Предохранитель отключает поврежденный ограничитель, исключая опасность поражения.

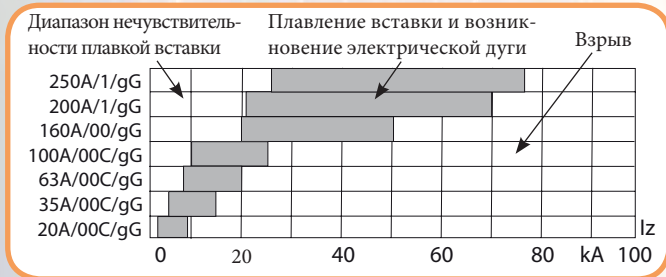


**Рисунок 81** – Ограничители перенапряжения ETITECC С по схеме 4+0, смонтированные в распределительном щитке жилого помещения

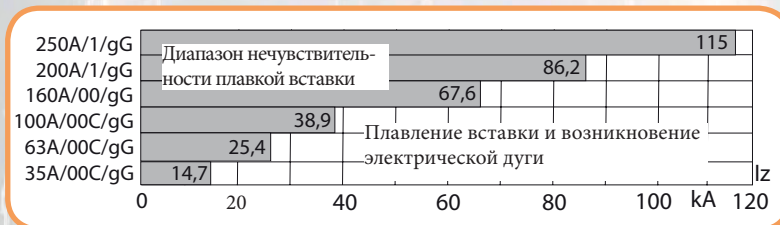


## Влияние ограничителей перенапряжения на защиту от сверхтоков

При строительстве новых объектов ограничители перенапряжения Тип 1 (класс I/V) следует монтировать после главной защиты от сверхтоков в точке подключения электрооборудования. При такой последовательности в электрической цепи после срабатывания ограничителей перенапряжения (например во время протекания токов разряда молнии в результате прямого попадания молнии в объект или в провода электрооборудования) через защиту от сверхтоков будет протекать часть тока разряда молнии величинной, близкой к токам, которые протекают через ограничители. Протекание таких токов может повлечь за собой срабатывание или даже разрушение защиты от сверхтоков. Состояние плавких предохранителей с характеристикой gG при протекании через них тока разряда молнии 10/350 мкс показано на Рис. 82.



**Рисунок 82** – Состояние предохранителей типа gG с номинальным напряжением 500 В при протекании тока разряда молнии 10/350 мкс разной величины



**Рисунок 83** – Состояние предохранителей типа gG с номинальным напряжением 500В при протекании тока разряда молнии 8/20 мкс разной величины

Действие ударных токов разрядов молнии на устройства защиты от сверхтоков моделируется в лабораторных условиях. Особенно полезными в оценке опасности, создаваемой протеканием тока разряда молнии, могут быть результаты исследований влияния ударного тока с формой 10/350 мкс на разные плавкие вставки различных номиналов. Результаты этих исследований приведены в Таблице 8.

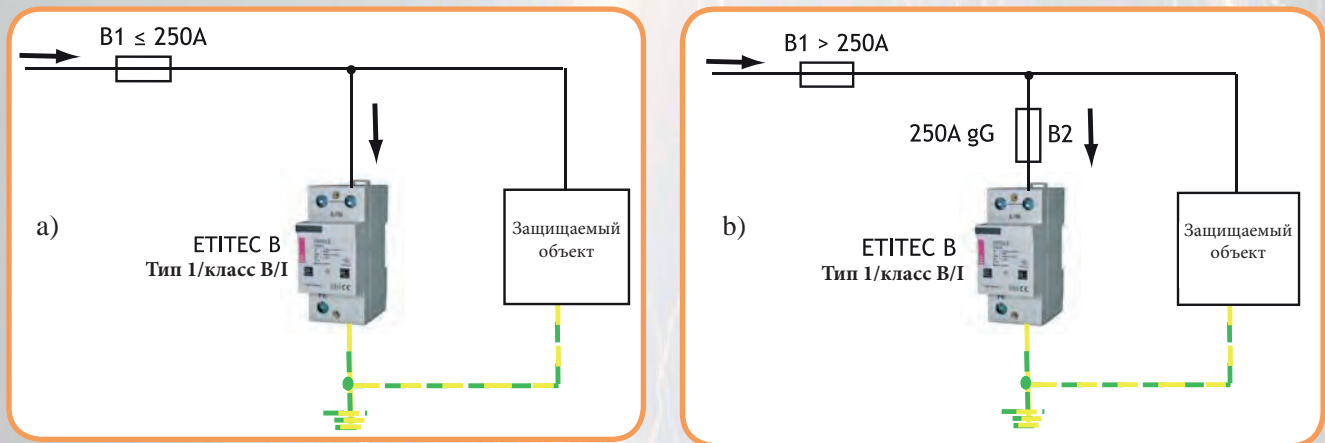
**Таблица 8**

Номинальный ток плавкой вставки $I_n$	Значение $I^2t$ при токе частотой 50 Гц	Интеграл Джоуля тока разряда молнии, многократно выдерживаемый устройствами защиты от сверхтоков	Ток срабатывания [кА]	
			10/350 мс	8/20 мс
A	A <sup>2</sup> с	кА	кА	кА
25	1210		2,2	9,3
32	2500		3,2	13,4
40	4000	1,3	4,0	16,9
50	5750	2,0	4,8	20,3
63	9000	3,2	6,0	25,4
80	13700	5,0	7,5	31,3
100	21200	8,0	9,5	38,9
125	36000	12	12,1	50,7
160	64000	22	16,1	67,6
200	104000	39	20,6	86,2
250	185000	69	27,5	115,0

Выбирая предохранители для защиты ограничителей перенапряжения в сети электросистемы с высокой категорией надежности, необходимо учитывать величину интеграла Джоуля тока разряда молнии таким образом, чтобы предохранители могли выдерживать это значение многократно. Это значение необходимо сравнивать с интегралом Джоуля тока разряда молнии. В крайнем случае превышение величины ударного тока срабатывания предохранителя приводит к плавлению вставки и возникновению электрической дуги. Предохранитель не в состоянии прервать протекание этого тока и ограничить его величину. Из сравнения, представленного в Табл. 7, величина тока, который может протекать через ограничитель Тип 1 (класс I/V) с величиной тока, который может протекать через предохранитель (Рис. 82) следует, что вставка с номинальным током 200 А может сработать при токе разряда молнии немного больше 20 кА. Предохранители с номинальным током 63-100 А при такой величине тока могут даже взрываться, разрушая при этом распределительный щит и электрические аппараты, смонтированные рядом.

Уже после одноразового превышения максимально допустимого разрядного тока  $I_{max}$  может произойти необратимое разрушение варистора. Но при этом расположенные рядом устройства повреждены не будут. Чтобы не превысить запас ограничителя по току короткого замыкания (25 кА), который может привести к его разрушению, необходимо защитить его предохранителем с характеристикой gG на номинальный ток, указанный производителем. Обычно это предохранитель В1 на ток 125 А или 250 А в зависимости от типа ограничителя. Определяя необходимость использования дополнительного предохранителя в поперечной ветви ограничителя, необходимо сравнить величины номинальных токов  $I_{B1}$  главной защиты от сверхтоков (в точке подключения электрооборудования) с величиной тока, рекомендуемой производителем  $I_{B2}$  или  $I_{B3}$ . В зависимости от результатов сравнения следует применять схему:

- $I_{nB1} \leq I_{nB2}$  – без дополнительных предохранителей для защиты ограничителей перенапряжения (Рис. 84 а)
- $I_{nB1} > I_{nB2}$  – с дополнительными предохранителями для защиты ограничителей перенапряжения (Рис. 84 б)



**Рисунок 84** – Схемы подключения ограничителей перенапряжения Тип 1

а) без дополнительного предохранителя

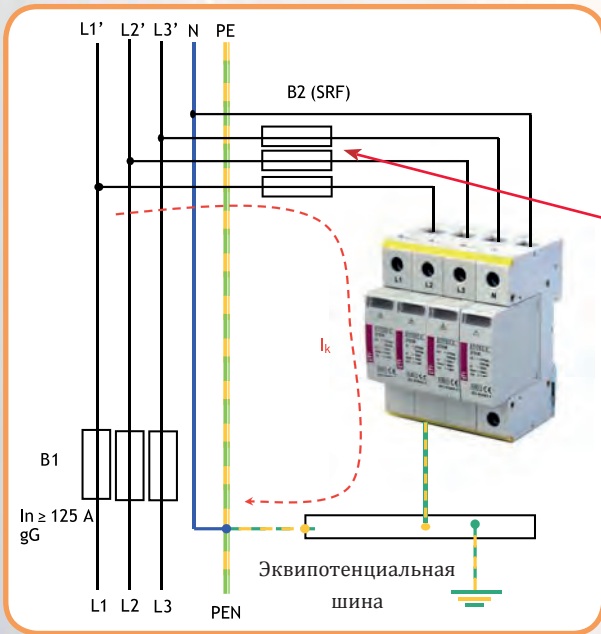
б) с дополнительным предохранителем

Отключающая способность плавкого предохранителя в режиме короткого замыкания составляет около 100 кА. В случае возникновения условий, при которых возможно протекание большого тока короткого замыкания, задачей предохранителя В2 является ограничение этого тока до величины ниже предельной стойкости ограничителя по току короткого замыкания, например 25 кА. Величину тока, которая ограничивается плавким предохранителем, можно рассчитать используя токовые характеристики плавких вставок gG, которые представлены в каталоге ETI Украина. Вышеупомянутые условия обязательны для ограничителей Тип 1 и Тип 2.

### Плавкие предохранители SRF для защиты ограничителей перенапряжения

Цилиндрические плавкие предохранители SRF с габаритами 14×51 мм были сконструированы специально для предварительной защиты ограничителей перенапряжения Тип 2 (класс C/II), протестированных пробным импульсом 8/20 мкс. Эти предохранители гарантируют устойчивость к импульсу разрядного тока 8/20 мкс, протекающего через ограничитель в момент его срабатывания при перенапряжении. Для правильного выбора предохранителя SRF необходимо учитывать, чтобы максимальный ударный ток предохранителя (8/20 мкс) был больше, чем номинальный разрядный ток ограничителя (8/20 мкс). Предохранители SRF обладают высокой токоограничивающей способностью в условиях короткого замыкания и гарантируют отключение цепи при протекании тока короткого замыкания в следствии повреждения варисторного элемента. Технические данные предохранителей SRF приведены в Табл.9. В колонке 6 приведены значения допустимых токов короткого замыкания  $I_{peak}$  при протекании ожидаемого тока короткого замыкания величиной 130 кА. В случае, если главная защита электросистемы содержит предохранитель с номинальным током менее 125 А, то применение дополнительного предохранителя с ограничителем перенапряжения нецелесообразно.





**Рисунок 85** – Цилиндрические плавкие предохранители SRF 14×51 для защиты ограничителей перенапряжения ETITEC C

Цилиндрические предохранители можно устанавливать в держатель-разъединитель VLC 14 1р или 3р, который предназначен для плавких предохранителей с габаритами 14×51 мм (рис. 86). VLC 14 является устройством модульного типа и устанавливается на шину TH-35, подобно модульным ограничителям перенапряжения ETITEC C.

**Таблица 9**

Тип	Максимальный ударный ток 8/20 мкс, А	Габариты, мм	Рабочее значение $I^2t$ , (A <sup>2</sup> c)	Значение отключения $I^2t$ , (A <sup>2</sup> c)	$I_{peak}$ при 130 кА
1	2	3	4	5	6
SRF 10	10.000	14×51	2.360	10.370	8.320
SRF 20	20.000		5.490	17.700	10.430
SRF 30	30.000		16.750	39.880	13.540
SRF 40	40.000		33.680	72.800	17.480

Эксплуатационные данные цилиндрических предохранителей SRF 14×51:

- номинальное напряжение – 600 В AC;
- номинальная отключающая способность – 200 кА;
- устойчивость к импульсам токов 10 кА – 40 кА (8/20 мкс);
- эффективное ограничение токов короткого замыкания;
- используется с разъединителем-держателем VLC 14.

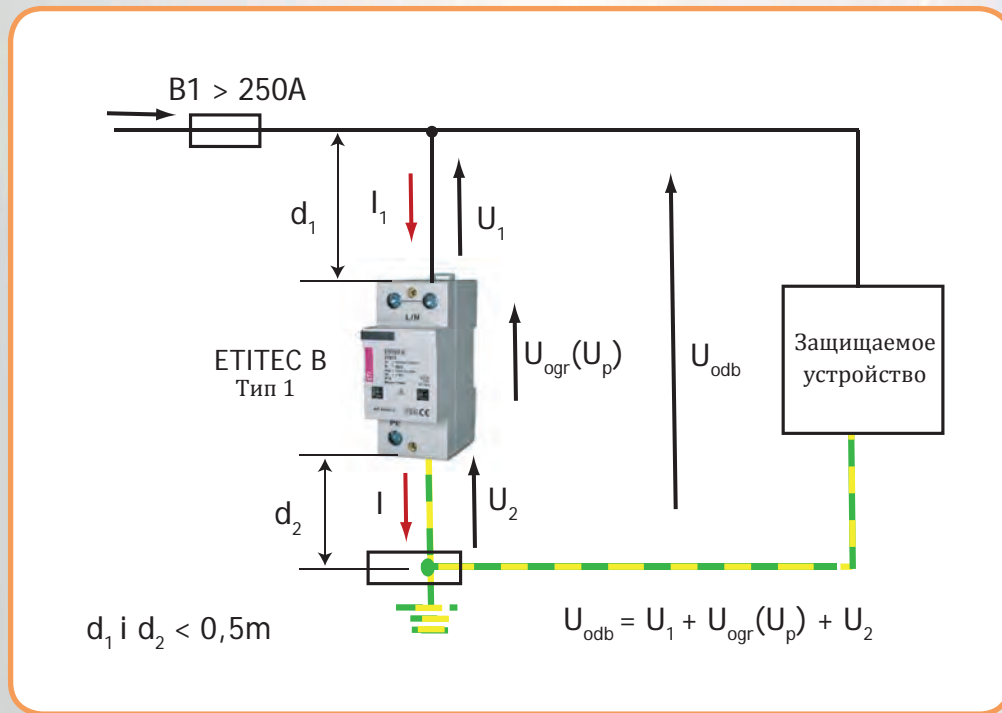
#### Уменьшение падения напряжения в проводниках ограничителя

Несмотря на применение в защищаемых электросетях ограничителей перенапряжения, защищаемое устройство находится под напряжением  $U_{odb}$  (Рис. 87), которое равно сумме напряжений  $U_1$  и  $U_2$ , возникающих на питающем и защитном (РЕ) проводниках во время протекания разрядного тока. Появляющееся на проводах дополнительное напряжение может вызвать повреждение устройств, подключенных в месте ввода линии в электропотребляющую систему например, распределительного щитка, коммутационного устройства или ограничителей перенапряжений последующих ступеней.

Для того, чтобы избежать повреждений, следует принимать во внимание не только размещение ограничителей перенапряжений, но также способ их монтажа и подключения к защищаемому оборудованию. Следует применять соответствующее сечение питающих и защитных (РЕ) проводов. При узловом соединении длина соединительных проводов должна быть как можно меньше (не превышающая 0,5 м с каждой стороны), а также необходимо избегать петель и изгибов с малыми радиусами.



**Рисунок 86** – Разъединитель для цилиндрических плавких предохранителей SRF 14×51 для защиты ограничителей перенапряжения.



**Рисунок 87** – Падение напряжения на ограничителе ETITEC B

При подключении ограничителя как показано на Рис. 87

напряжение  $U_{odb}$  на защищаемом потребителе, равно:  $U_{odb} = U_{ogr} + U_1 + U_2$

$U_{ogr}$  – напряжение на ограничителе ( $U_p$ );

$U_1$  – падение напряжения на проводе, соединяющем ограничитель с фазным или нейтральным проводником;

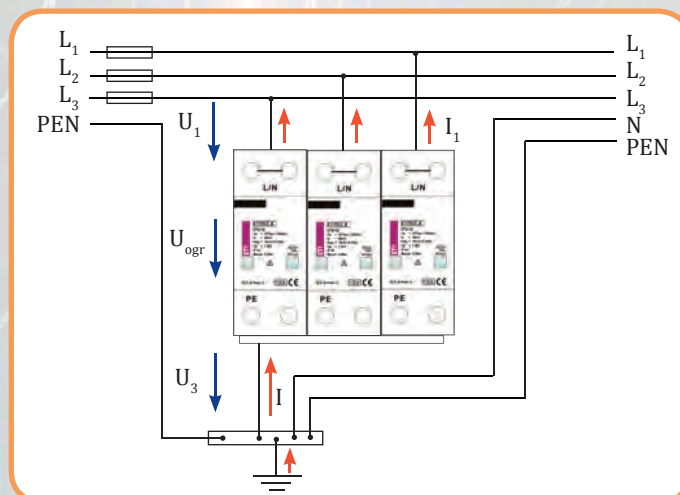
$U_2$  – падение напряжения на проводах, соединяющих ограничитель с проводом или шиной PE.

В случае протекания ударных токов основное значение имеет падение напряжения, которое вызвано индуктивной составляющей проводов. Зависимость, которая определяет напряжение на защищаемом потребителе, имеет вид:  $U_{odb} = U_{ogr} + L d_1 di_1/dt + L d_2 di_2/dt$  [кВ]

$L$  – удельная индуктивность проводов в [мкГн/м];

$d_1, d_2$  – длина проводов, соединяющих ограничитель с фазными проводами и шиной PE;

$di_1/dt, di_2/dt$  – крутизна нарастания ударных токов, которые протекают в проводах, соединяющих ограничитель с фазным проводом и шиной PE в [кА/мкс].



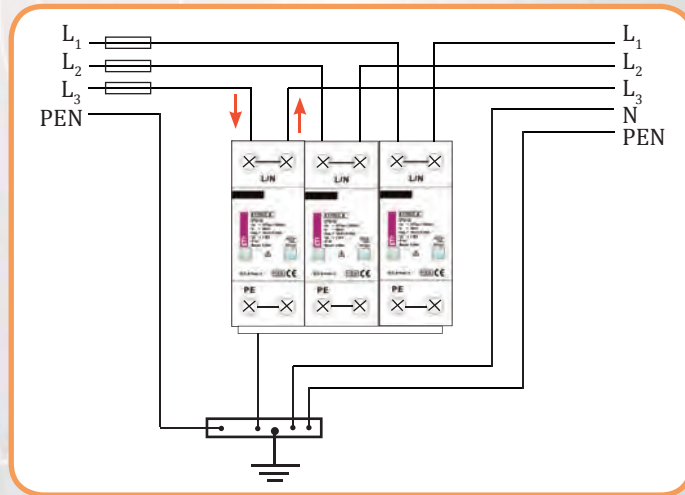
**Рисунок 88** – Распределение токов и падение напряжения в трехфазной схеме подключения ограничителя ETITEC B

В трехфазной схеме защиты (Рис. 88) при равномерном распределении тока в проводах, соединяющих ограничитель с фазными проводами, зависимость, которая определяет напряжение на защищаемом объекте, описывается выражением:  $U_{odb} = U_{ogr} + L(d_1/3 + d_2) di/dt$

Также необходимо учитывать, что главное значение имеет падение напряжения на индуктивных составляющих проводов, которые подключены к ограничителю. Для приблизительной оценки опасности можно принять, что протекание ударного тока с крутизной нарастания 1 кА/мкс вызывает на проводе длиной 1 м падение напряжения около 1 кВ.



В действительности крутизна нарастания ударных токов достигает значений от 1 до 15-20 кА/мкс. При оценке опасности нужно обратить внимание на реальное падение напряжения на проводе, соединяющем ограничитель с шиной РЕ. В этом проводе протекает ток, который является суммой токов, протекающих в проводах, что соединяют ограничитель с фазными проводами. Чтобы уменьшить опасность, ограничители нужно устанавливать таким образом, чтобы при их подключении использовались провода наименьшей длины. Упомянутые выше проблемы защиты электросистемы от перенапряжения легче всего устранить с помощью классической системы подключения ограничителей без дополнительных предохранителей. С этой целью применяется схема так называемого V-образного соединения (Рис. 89), которая устраняет поперечную ветвь и, тем самым, уменьшает падение напряжения.



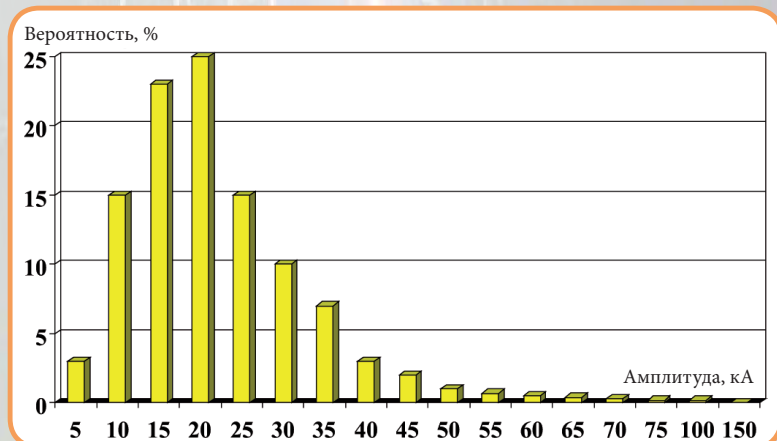
**Рисунок 89** – Соединение ограничителей по V-образной схеме (3+0)

Благодаря двойным зажимам клемм на ограничителях ETITEC со стороны фазных проводов  $L_1, L_2, L_3$  к каждому полюсу присоединяются по два провода. Эти зажимы предназначены для проводов с более крупным поперечным сечением, чем в случае присоединения ограничителей по схеме «раздельных поперечных веток». В основном это главные провода  $L_1, L_2, L_3$ , питающие электросистему и проводящие ток в нормальном режиме работы, которые требуют защиты от коротких замыканий и перегрузок. В то же время провода целостной поперечной ветки (Рис. 88) не проводят ток в нормальном режиме работы и требуют защиты только от последствий коротких замыканий в случае повреждения варисторного элемента. Аналогичным образом можно ограничить падение напряжения на заземляющих проводах между ограничителем и заземлением, применяя V-образную схему на стороне РЕ, а также дополнительную заземляющую шину для непосредственного отвода защитного провода РЕ. Ограничители с двойными зажимами предназначены для V-образной схемы соединений и позволяют присоединять проводники с максимальным сечением до 35 мм<sup>2</sup>, что достаточно для проводов, защищенных предохранителями с номинальным током не более, чем 125 А. Присоединение проводов с более крупным сечением (защищенных предохранителями с номинальным током более 125 А) требует применения специального переходного зажима.

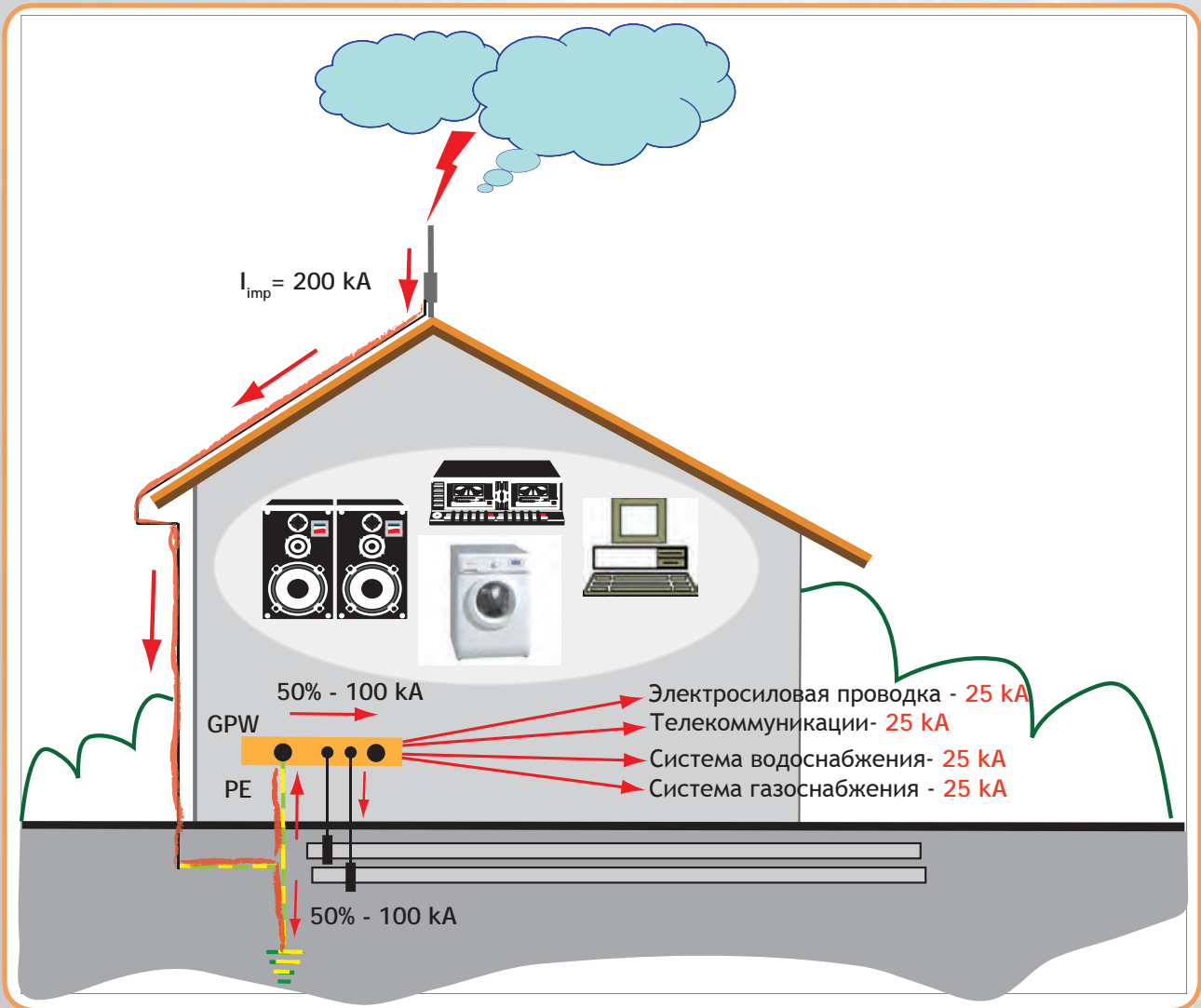
### Распределение тока разряда молнии в электросистеме

Наибольшим повреждениям от перенапряжений подвергаются ограничители и электроустановки систем, оборудованных внешней молниезащитой, при непосредственном атмосферном разряде в этот объект. Оценка данной опасности с точки зрения вероятности возникновения разрядов с определенной амплитудой (Рис. 90) является довольно сложной задачей и требует принятия ряда упрощений.

**Рисунок 90** – Вероятность возникновения атмосферных разрядов с определенной амплитудой



В момент разряда ток молнии протекает через отводящий провод устройства молниезащиты к выравнивающим потенциал устройствам, к которым могут быть подсоединены и другие естественные и искусственные заземления, а также провод PE или PEN электрооборудования по схеме TN (Рис. 91). Под воздействием тока разряда нарастает ударное напряжение (разность потенциалов) между устройством заземления электросистемы и всеми входящими в объект извне проводами электрического, телекоммуникационного и информационного оборудования. Когда это напряжение превысит уровень, при котором варисторные элементы ограничителей перенапряжения переходят в открытое состояние проводимости тока разряда молнии (обычно от 800 до 1500 В), наступает кратковременное выравнивающее соединение питающих проводов с главной уравнивательной шиной (GPW). Ток разряда расходится по этим проводам, вытекая за пределы защищаемого объекта (Рис. 92). Точная оценка распределения тока разряда не может быть осуществлена, здесь также принимаются определенные предположения.



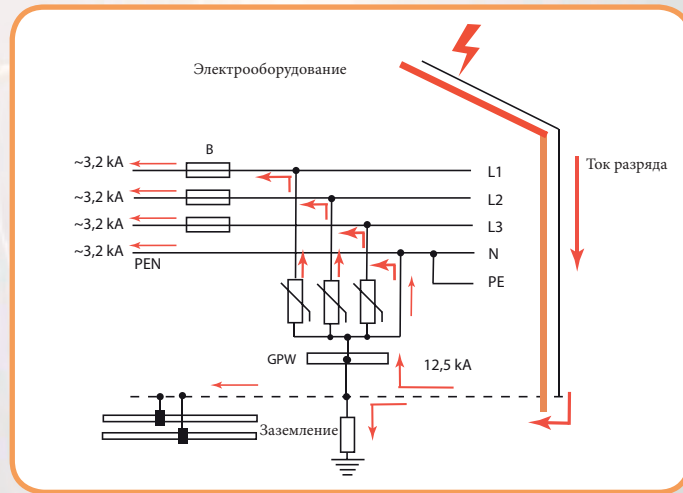
**Рисунок 91** – Распределение тока разряда молнии при прямом попадании в защищаемый объект

Следующее допущение (в основном 50%) предполагает проникновение в защищаемую электросистему тока разряда молнии с максимальным значением  $I_{imp} = 200 \text{ кА}$ .

Вероятность возникновения тока такой величины  $I_{imp}$  очень низка (Рис. 90), но небольшая вероятность все же есть. Половина – 50% этого тока (100 кА) попадает к заземлителю устройства молниезащиты (LPS) объекта, а вторая половина (также 100 кА) распространяется равномерно по всем металлическим частям входящего в объект оборудования, которые способны проводить ток разряда (провода электрооборудования, металлические трубы водной и газовой сети, а также провода-экраны телекоммуникационной и информационной сети). Вышеупомянутый принцип облегчает процедуру выбора ограничителей перенапряжений для защиты электрического оборудования. Если считать, что все провода питающей сети ТНС (4 провода), подведенные к точке ввода в здание (Рис. 92), в равной степени проводят ток атмосферного разряда молнии, тогда ток, протекающий через один ограничитель, не превышает значения примерно  $I_{imp} = 3,2 \text{ кА}$ . В этом случае можно применить ограничитель перенапряжений с номинальным разрядным током  $I_{imp} (10/350) = 5 \text{ кА}$ . Следует однако отметить, что такое значение номинального тока ограничителя было получено при условии принятия возможного тока разряда  $I_{imp} = 200 \text{ кА}$ , который возникает в природе крайне редко.



Если же взять разрядный ток, который принимает на себя устройство молниезащиты, равным наиболее часто встречающемуся во время грозовых разрядов значению 10-35 кА, то в таком случае ток, протекающий через один ограничитель будет еще меньше.

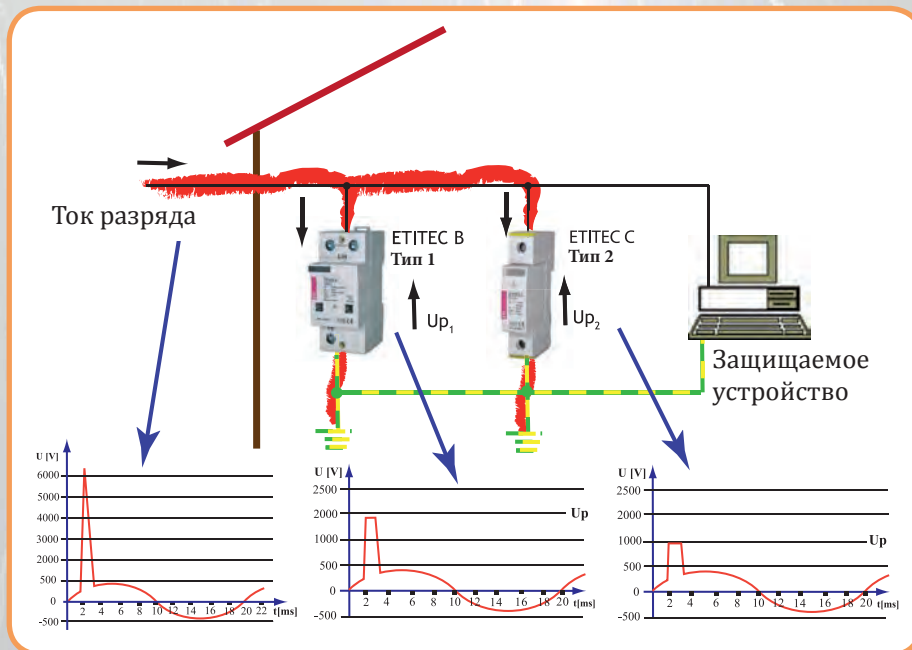


**Рисунок 92** – Распределение тока в электросистеме при прямом попадании молнии в защищаемый объект

Ситуация меняется, когда нужно выбрать ограничители перенапряжений для защиты электрического оборудования в здании, в котором установлено только электрическое 3-фазное 4-проводное оборудование. Тогда 50 % тока разряда молнии – 100 кА, проникающего через внешнее оборудование молниезащиты в электросистему будет разделено только на 4 провода, а это значит, что ток нагрузки одного ограничителя перенапряжения будет равен примерно 25 кА. В таком случае необходимо установить в каждой фазе ограничитель перенапряжения с номинальным импульсным током, не меньше, чем  $I_{imp} = 25$  кА. Еще более сложный случай возникает, когда защищаемая электросистема состоит только из однофазного электрооборудования – проводов L и N. Ток разряда в этом случае разделяется на два провода и, соответственно, на два ограничителя с номинальным импульсным током, не меньшим, чем  $I_{imp} = 50$  кА.

### Двухступенчатые и многоступенчатые системы защиты

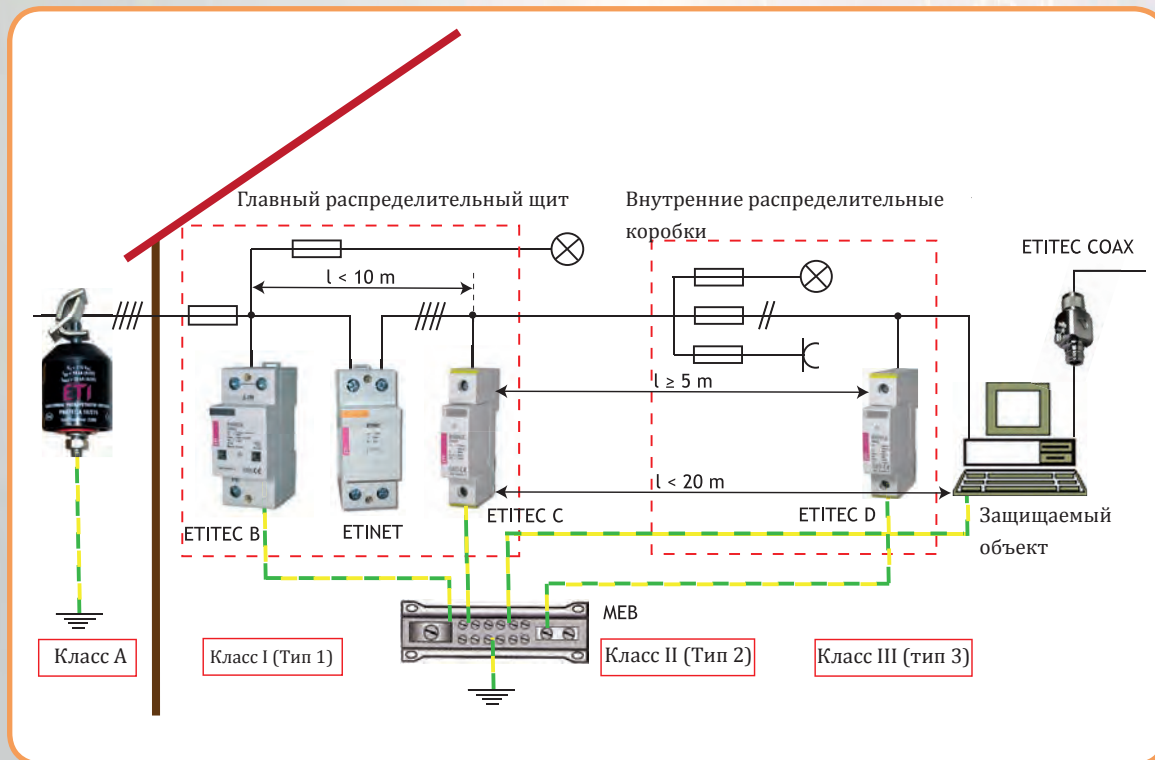
Двухступенчатая система защиты ограничителей перенапряжения состоит из ограничителей Тип 1 (Класс I/V) и Типа 2 (Класс II/C) одновременно подключенных к защищаемой системе.



**Рисунок 93** – Пример двухступенчатой защиты: поэтапное снижение перенапряжения

Особенно это относится к защите, которой должно быть оснащено оборудование и устройства с ударной стойкостью изоляции на уровне 1,5 - 2,5 кВ (I или II категория ударной устойчивости), работающие в объектах, оборудованных внешними устройствами молниезащиты или таких, которые особенно подвержены атмосферным разрядам.

Многоступенчатая система защиты должна также применяться в объектах без внешней молниезащиты, но питаемых по воздушной линии, или если в защищаемой системе работают устройства с низкой ударной устойчивостью изоляции – ниже 1,5 кВ. В случае применения многоуровневой системы защиты от перенапряжений, требуется взаимная координация совместной работы ограничителей Тип 1 и ограничителей Тип 2 или Тип 3. Правильная совместная работа ограничителей Тип 1 (ETITEC B) и Тип 2 (ETITEC C) будет обеспечена, если эти изделия разделены отрезком провода питающей электросети длиной не менее 10 м (Рис. 94).



**Рисунок 94** – Многоступенчатая система защиты с использованием катушки индуктивности ETINET

Отрезок проводов в 10 м между ограничителями Тип 1 и Тип 2 нужен для того, чтобы в случае появления со стороны линии питания волны перенапряжения первым начал действовать ограничитель Тип 2 (Класс II/С). В этот момент на защищаемом устройстве действует напряжение, равное уровню  $U_p$  ограничителя Тип 2. Падение напряжения на 10 метрах провода вызванное протеканием разрядного тока, увеличенное падением напряжения на варисторном элементе ограничителя Тип 2 (ETITEC C), достигнет определенного порогового значения. После превышения этого значения происходит срабатывание ограничителя Тип 1 (ETITEC B), то есть варистор переходит в состояние проводимости и отводит разрядный ток к главной заземляющей шине. Если бы не было отрезка провода 10 м, то падение напряжения, возникшее в следствии протекания разрядного тока через ограничитель Тип 2 (ETITEC C), не повлекло бы срабатывания варисторного элемента ограничителя Тип 1. Ограничитель Тип 2 был бы поврежден и опасное перенапряжение попало бы на защищаемое устройство.

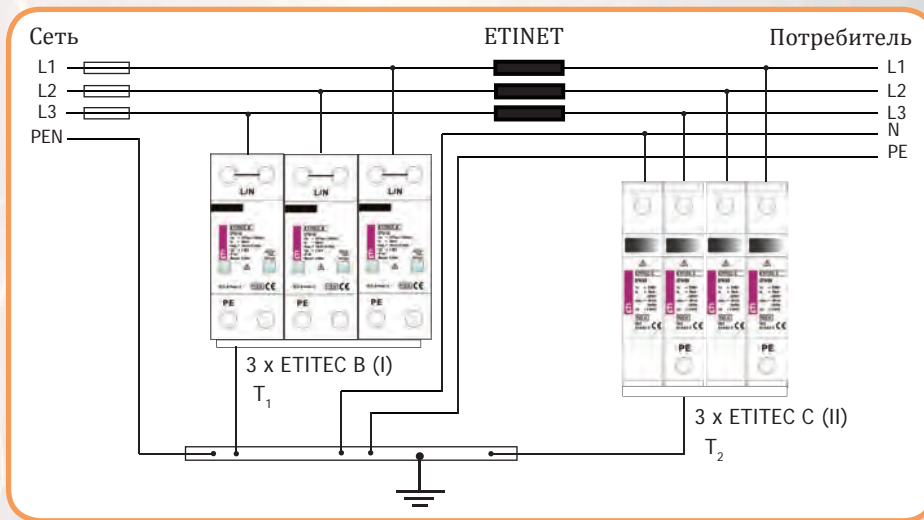
В случае, когда нет физической возможности вставить требуемый отрезок провода 10 м между ограничителями Тип 1 и Тип 2, и они должны быть установлены в одном распределительном щите рядом, тогда нужно включить последовательно между ними промежуточный элемент – катушку индуктивности ETINET (называемую разделительной катушкой) (Рис. 95). Применение катушки ETINET вызывает падение напряжения на ней, которое обеспечивает срабатывание варисторного элемента ограничителя Тип 1. Катушку индуктивности ETINET можно применять для номинальных токов до 35 А и 63 А. Если в питаемом оборудовании установленная мощность потребителей требует протекания токов больше 63 А нужно применять параллельно соединенные катушки. Индуктивность разделительной катушки ETINET составляет  $L = 15$  мкГн.

Анализируя вышесказанное о многоступенчатых системах защиты можно сделать выводы:

- Многоступенчатые системы защиты, состоящие из ограничителей Тип 1 и Тип 2 (B и C), следует применять в объектах с внешними устройствами молниезащиты или в объектах, которые питаются через воздушную линию. Это объясняется тем, что около 50% тока разряда молнии может попасть во внутреннее оборудование объекта через заземление, арматуру или другое оборудование, например, водопроводную сеть. Оборудование этого типа подвержено непосредственному действию токов разряда молнии.

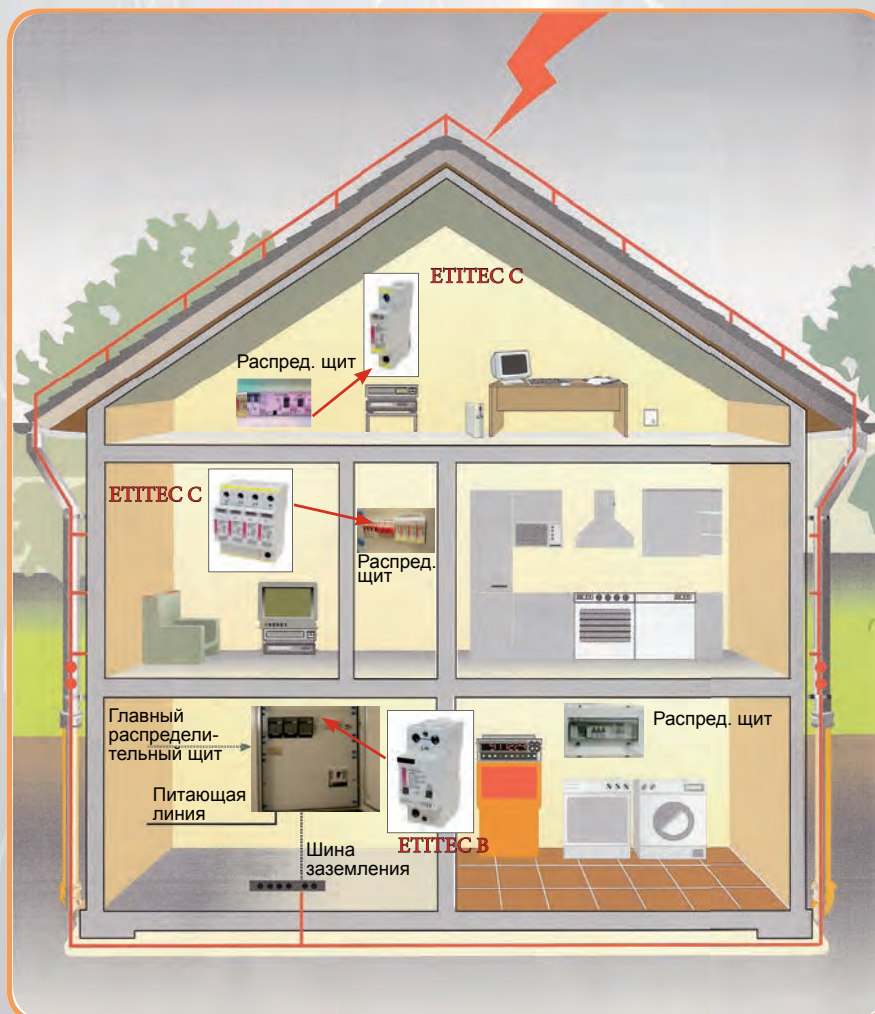
- Многоступенчатые системы защиты также необходимо устанавливать на объектах без внешних устройств грозозащиты, питаемые кабельной линией, но размещенные вблизи объектов, которые способствуют непосредственному попаданию на оборудование тока разряда молнии или тока, возникающего от внутренних перенапряжений, например, соседнего (находящегося на расстоянии менее 100 м) объекта, оборудованного внешним устройством грозозащиты, высоких металлических сооружений, мачт, металлических конструкций объекта или распределительных устройств.





**Рисунок 95** – Использование катушки индуктивности ETINET

– В объектах без внешних устройств молниезащиты (многоквартирные здания или индивидуальные дома), питаемых кабельной линией (не короче 150 м), можно применять ограничители Тип 2 (Класс II/C) в качестве первой ступени в точке ввода питающей линии в объект. В случае большого числа защищаемых устройств ограничители Тип 2 нужно устанавливать каждые 20 м (Рис. 94). В многоэтажных зданиях правильная защита обеспечивается установкой ограничителей Тип 2 в каждом этажном распределительном щитке (Рис. 96). В низких зданиях и зданиях с большой площадью следует устанавливать ограничители Типа 2 (С) в локальных распределительных устройствах (напр. питающих чувствительное электронное оборудование), обеспечивая расстояние, не большее, чем 20 м от защищаемых устройств.

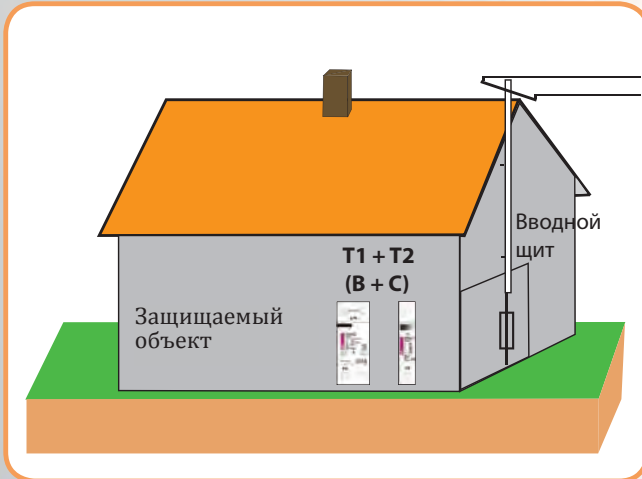


**Рисунок 96** – Размещение ограничителей перенапряжения при двухступенчатой защите многоэтажного здания с внешним устройством молниезащиты

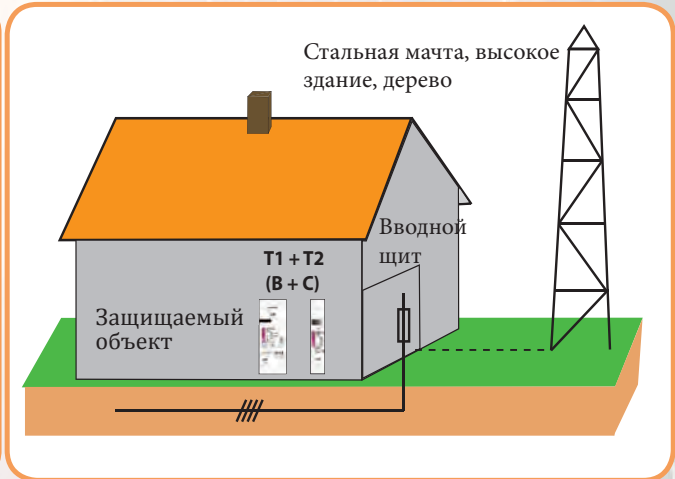
– При реализации двухступенчатой защиты следует принять, что вторая ступень защиты, то есть ограничитель класса II/C, защищает отрезок устройств протяженностью около 20 м. В случае применения трехступенчатой системы защиты нужно следить, чтобы ограничители третьего уровня – Тип 3 (Класс III/D) не устанавливались слишком близко от места установки ограничителей Тип 2. Минимальное расстояние, которое должно отделять эти два класса, должно составлять не менее, чем 5 м (Рис. 94).

**Объекты, требующие двухуровневую (T1+T2) систему защиты от перенапряжения**

Нижеприведенные схемы описывают технические параметры, которые делают необходимым применение двухуровневой системы защиты от перенапряжения в зданиях.



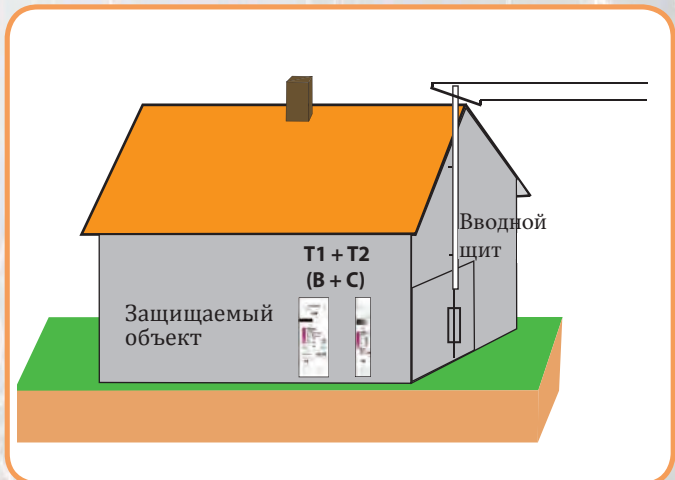
**Рисунок 97** – Система с внешней молниезащитой, питаемая от кабельной линии



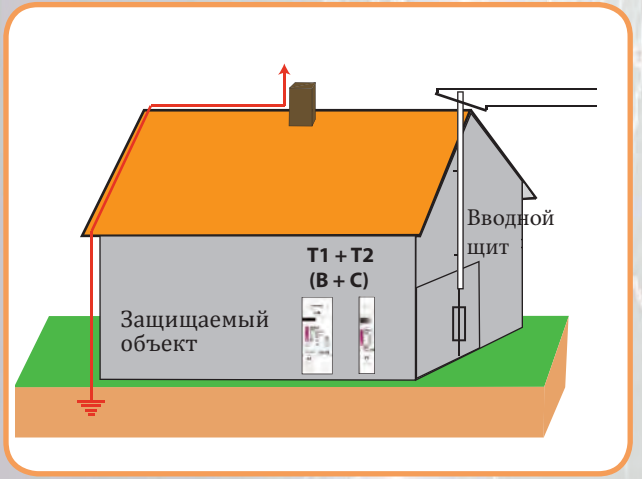
**Рисунок 98** – Система без внешней молниезащиты, расположенная вблизи высоких зданий, башен и питаемая от кабельной линии



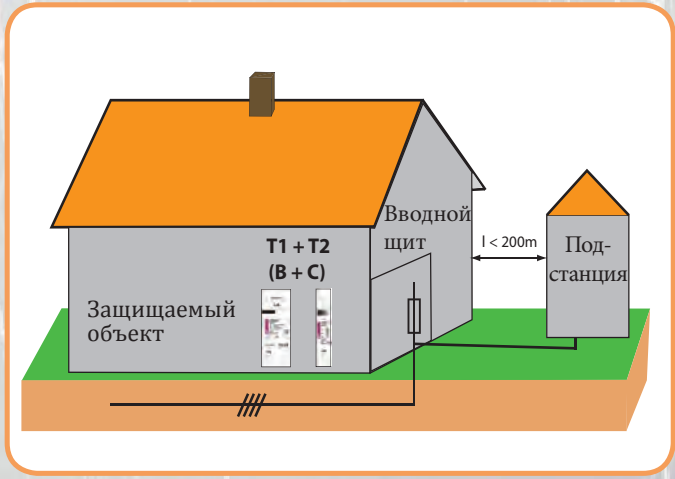
**Рисунок 99** – Стальная конструкция в качестве внешней молниезащиты



**Рисунок 100** – Система без внешней молниезащиты, питаемая от воздушной линии



**Рисунок 101** – Система с внешней молниезащитой, питаемая от воздушной линии

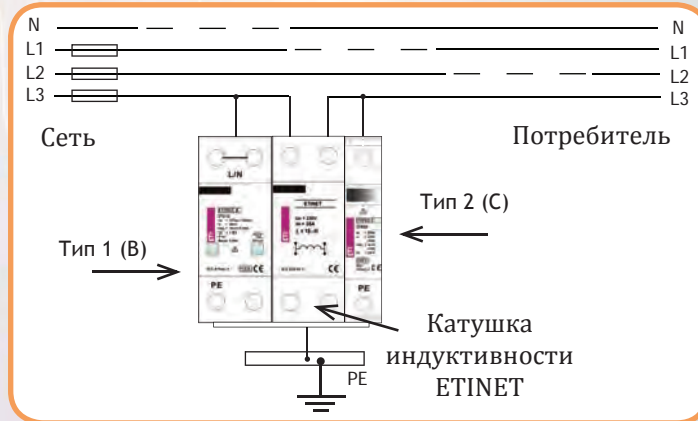


**Рисунок 102** – Система без внешней молниезащиты, расположенная возле подстанции и питаемая от кабельной линии



## Двухступенчатые ограничители перенапряжения ETITEC WENT, ETITEC B+C Тип 1 + Тип 2 (Класс I+II/V+C)

Представленная ранее двухступенчатая система защиты от перенапряжений с использованием разделительной индуктивности обладает очень хорошими свойствами отведения ударных токов разрядов молнии. В комплекте ограничителей ETITEC B - ETINET - ETITEC C, независимо от формы попадающего ударного напряжения, выходное напряжение, равное уровню  $U_p$ , имеет значение менее 1200 – 1400 В.



**Рисунок 103** – Двухуровневая система ограничителей ETITEC B (2мод) - ETINET (2мод) - ETITEC C (1мод)

Такой уровень защиты гарантирует защиту устройств, относящихся к I категории ударной стойкости. Однако применение в системах электроснабжения разделяющих индуктивных катушек обуславливает:

- в 3-фазной системе TNC-S в распределительном устройстве следует предусмотреть место для 20 модулей ограничителей и индуктивных катушек (5мод x 4), что значительно увеличивает стоимость системы;
- возрастающая мощность установленных устройств требует применения разделяющих индуктивностей для большой нагрузки по току;
- увеличение допустимой токовой нагрузки разделяющих индуктивностей ведет к увеличению габаритов катушек.

Применение нашли только системы с катушками на допустимую токовую нагрузку 35 А и 63 А. Ограничители перенапряжений ETITEC WENT двухступенчатые интегрированные Тип1+Тип2 (B+C) без разделительных катушек индуктивности (рис.104, 105) – предназначены для защиты устройств, работающих в небольших объектах, где отсутствует возможность соблюдения требуемых расстояний между отдельными типами ограничителей. Подобные свойства имеют и существующие двухступенчатые системы ограничителей T1 и T2 с разделительными индуктивностями. Ограничители ETITEC WENT были сконструированы, как трехфазные и однофазные устройства для четырех типов сетей - TNC-S, TNC, TT и IT, что значительно облегчает их монтаж. Эти ограничители имеют также визуальный индикатор повреждений варисторов, а модификация с RC (блок-контактом) имеет внешние выводы для сигнализации повреждения варисторов. Модульная ширина 3-фазных ограничителей ETITEC WENT составляет от 2-х до 4 модулей, а 1-фазных ограничителей - 2 модуля. Анализируя описанную выше систему двухступенчатой защиты, видно, что применение ограничителей перенапряжений ETITEC WENT позволяет в пять раз уменьшить площадь в распределительном устройстве, что позволит уменьшить стоимость системы защиты от перенапряжений.



**Рисунок 104** – Двухступенчатый ограничитель ETITEC WENT TNC-S RC (4+0)



**Рисунок 105** – Двухступенчатый ограничитель ETITEC WENT TNC-S (4+0)

Способ предварительной защиты ограничителей ETITEC WENT плавкими предохранителями идентичен с ранее описанным способом защиты ограничителей ETITEC B и ETITEC C, то есть если предохранители F1 имеют номинальный ток больший, чем 125 А, то следует использовать дополнительную защиту ограничителя ETITEC WENT предохранителем 125А gG.

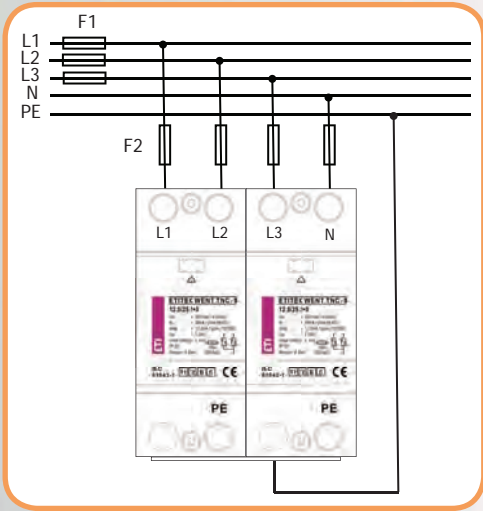


Рисунок 106 – ETITEC WENT в системе TN-S

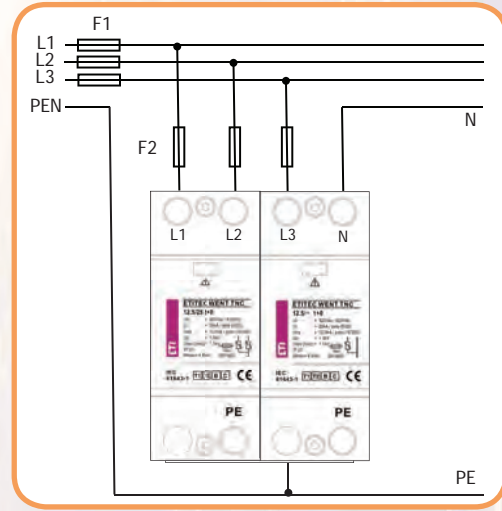


Рисунок 107 – ETITEC WENT в системе TNC

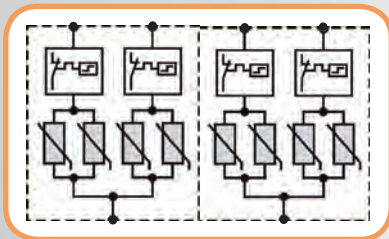


Рисунок 108 – Структура ETITEC WENT TN-S

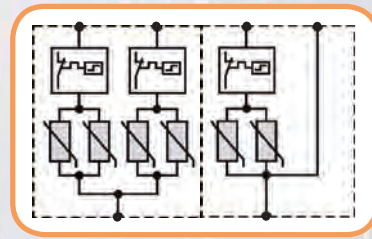


Рисунок 109 – Структура ETITEC WENT TNC

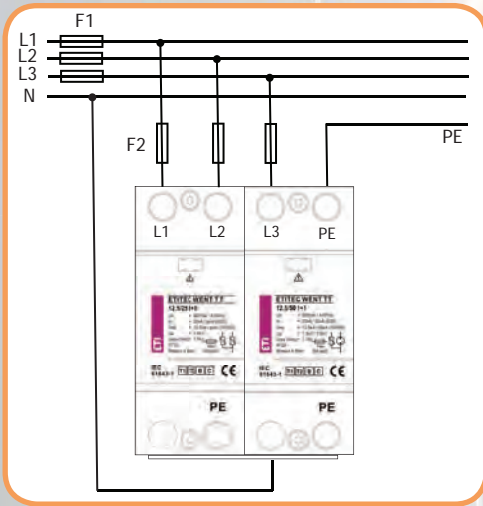


Рисунок 110 – ETITEC WENT в системе TT

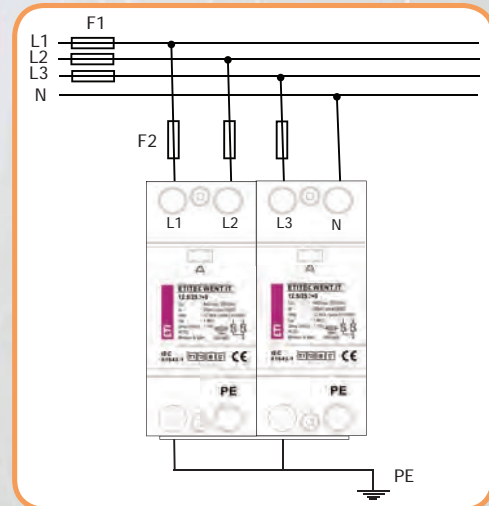


Рисунок 111 – ETITEC WENT в системе IT

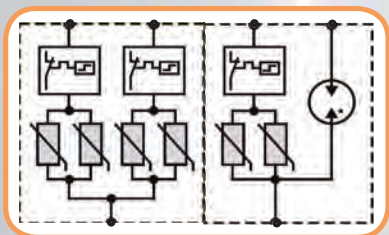


Рисунок 112 – Структура ETITEC WENT TT

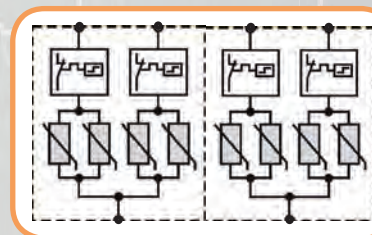


Рисунок 113 – Структура ETITEC WENT IT



Ограничители ETITEC WENT имеют внутренние варисторы, а ограничитель, предназначенный для систем сетей ТТ, укомплектовывается дополнительным искровым разрядником 1 (Рис. 114), который отделяет нейтральный провод N от заземляющего провода РЕ. Максимальные ударные токи  $I_{imp}$  (10/350), приходящиеся на одну фазу, составляют 12,5 кА и 5 кА, а их уровень защиты (понижение напряжения) меньше 1,2 кВ (при  $I_{imp}$ ).

1. Суммирующий искровой разрядник (газоразрядная трубка).
2. Варисторный элемент с тепловым элементом.

### Двухступенчатые ограничители перенапряжения ETITEC В+С (Т1+Т2), комбинированные одномодульные

Комбинированные ограничители перенапряжения ETITEC В являются аппаратами, которые обеспечивают двухступенчатую защиту (Тип 1 и Тип 2) электросистем от перенапряжения и последствий непосредственного удара молнии. Ограничители перенапряжений ETITEC В (275/8U, 275/12,5U, 440/8U, 440/12,5U) выполнены на основе варисторов и не требуют применения катушек индуктивностей. Не имеют заменяемой варисторной вставки. С целью обеспечения комплексной защиты в системах многопроводных сетей следует применять несколько ограничителей перенапряжений.

Пример заказа :

- Для сети TNC 1 фаза - ETITEC В 275 или 440/12,5 или 8 U - 1 шт.
- Для сети TNS 1 фаза - ETITEC В 275 или 440/12,5 или 8 U - 2 шт.
- Для сети TNC 3 фазы - ETITEC В 275 или 440/12,5 или 8 U - 3 шт.
- Для сети TNS 3 фазы - ETITEC В 275 или 440/12,5 или 8 U - 4 шт.

Комбинированные ограничители ETITEC В 275 и 440 должны быть дополнительно защищены плавким предохранителем F2 - 160 А/gG, но только тогда, когда предварительная защита F1 (напр., в распределительном щитке) содержит предохранители на номинальный ток, больший или равный 160 А/gG.



Рисунок 114 – Комбинированный ограничитель перенапряжения ETITEC WENT TT

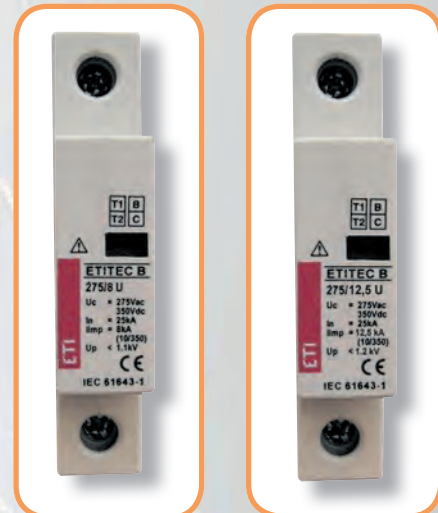


Рисунок 115 – Ограничители перенапряжения ETITEC В 275/.. U

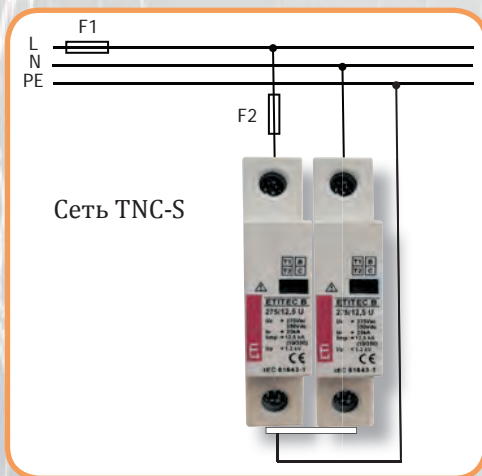


Рисунок 116 – Схема подключения ETITEC В 275/.. U в сети TNC-S

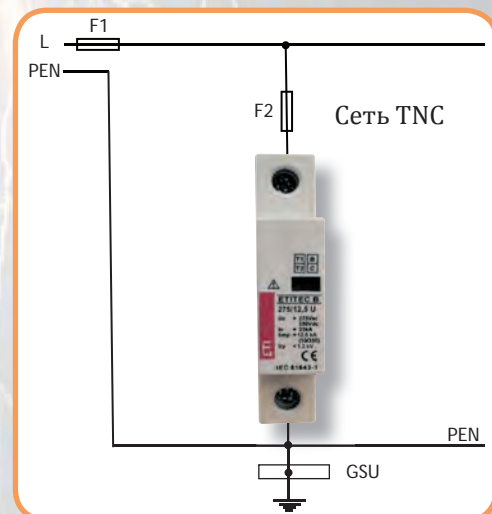


Рисунок 117 – Схема подключения ETITEC В 275/.. U в сети TNC

## Рекомендации по выбору ограничителей перенапряжения

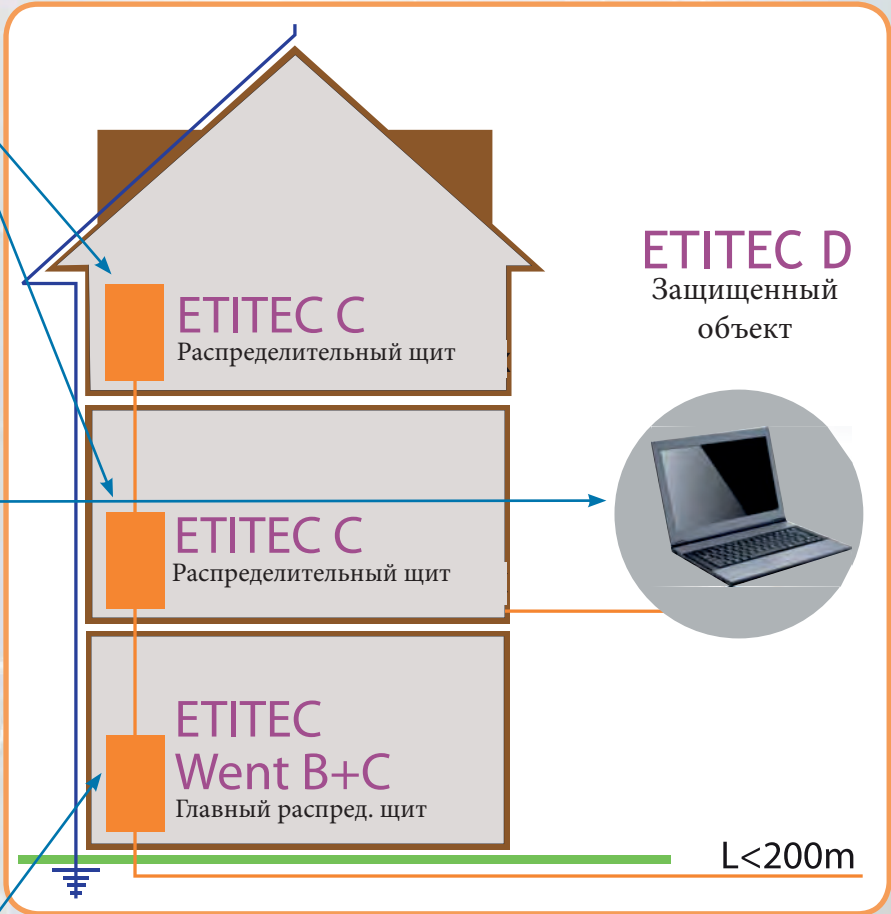


ETITEC C 275/20 EV 1p  
 ETITEC C 275/20 EV 3p  
 ETITEC C 275/20 EV 3p+N  
 ETITEC C 275/20 EV 1p+NPE  
 ETITEC C 275/20 EV 3p+NPE  
 ETITEC C 255/20 EV G



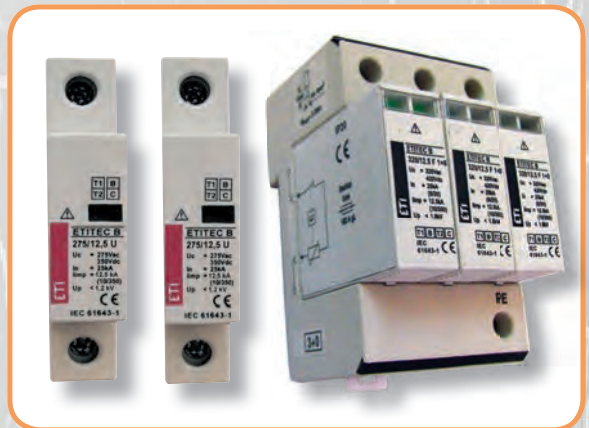
ETITEC D 275/3 1p EV  
 ETITEC D 275/3 3p EV  
 ETITEC D2 275/5  
 ETITEC D 255/3 mini

Многоэтажное здание



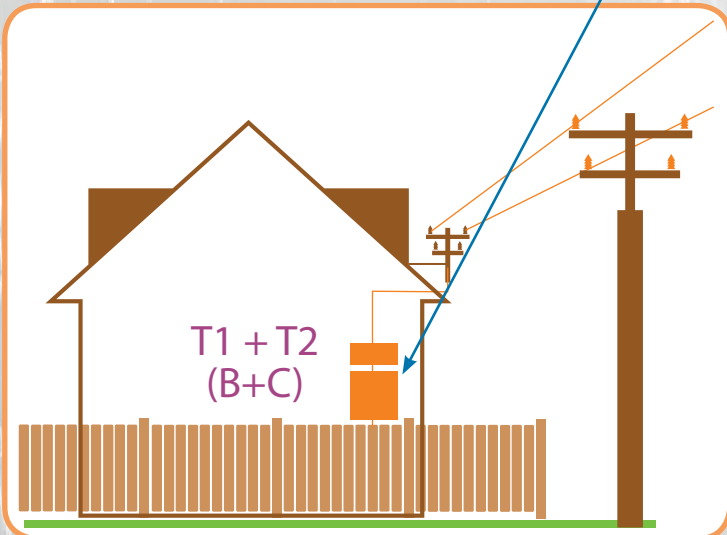
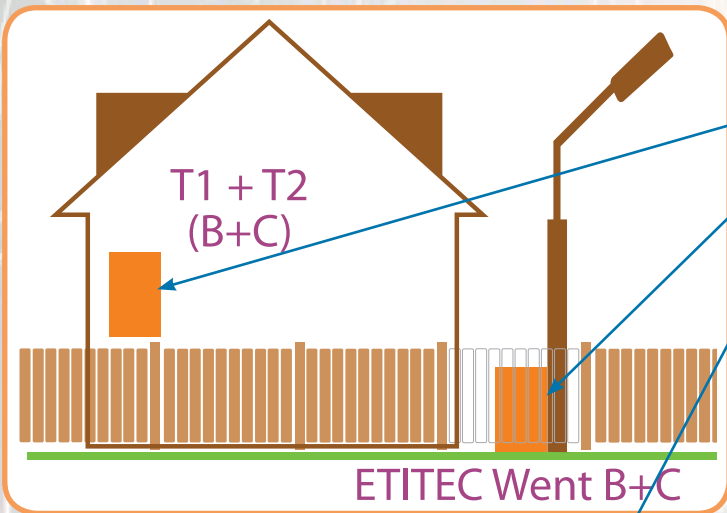
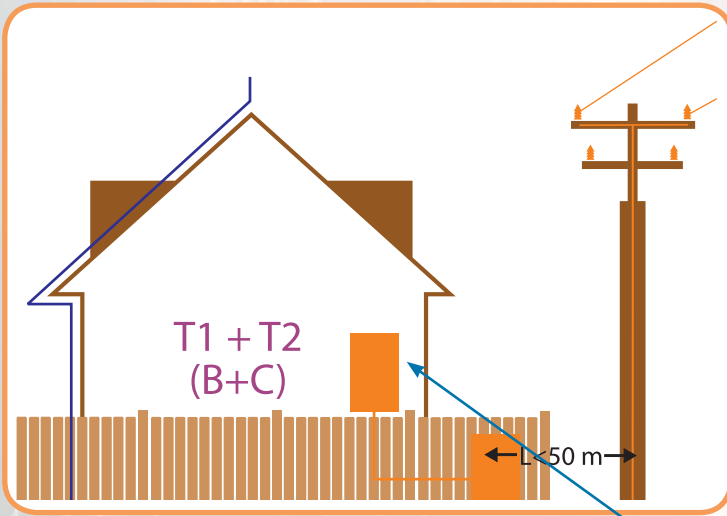
Для правильного выбора ограничителей всегда следует учитывать следующие факторы: количество фаз в электросети и ее тип, расстояние между распределительными щитами, длину питающей линии и т.п. Если объект не имеет внешней молниезащиты и запитывается от сети кабелем более 200 м, в основном распределительном щите рекомендуется использовать ETITEC C вместо ETITEC WENT или ETITEC B+C. ETITEC D могут применяться только для защиты чувствительного оборудования.

ETITEC-WENT TNC-S 50кА  
 ETITEC-WENT TNC 37,5кА  
 ETITEC-WENT TNC-S 25кА  
 ETITEC-WENT TNC-S 20кА  
 ETITEC WENT TNC-S 12,5/50  
 ETITEC WENT TNC-S 5/20  
 ETITEC WENT TNC 12,5/37,5  
 ETITEC-WENT TT 25/100 RC (3+1)  
 ETITEC WENT TT 12,5/50  
 ETITEC WENT TT 5/20  
 ETITEC WENT IT 12,5/50  
 ETITEC WENT IT 5/20  
 ETITEC B+C 320/12,5 F (1+0)  
 ETITEC B+C 320/12,5 F (3+0)  
 ETITEC B+C 320/12,5 F (4+0)  
 ETITEC B 275/12,5 U  
 ETITEC B 275/8 U



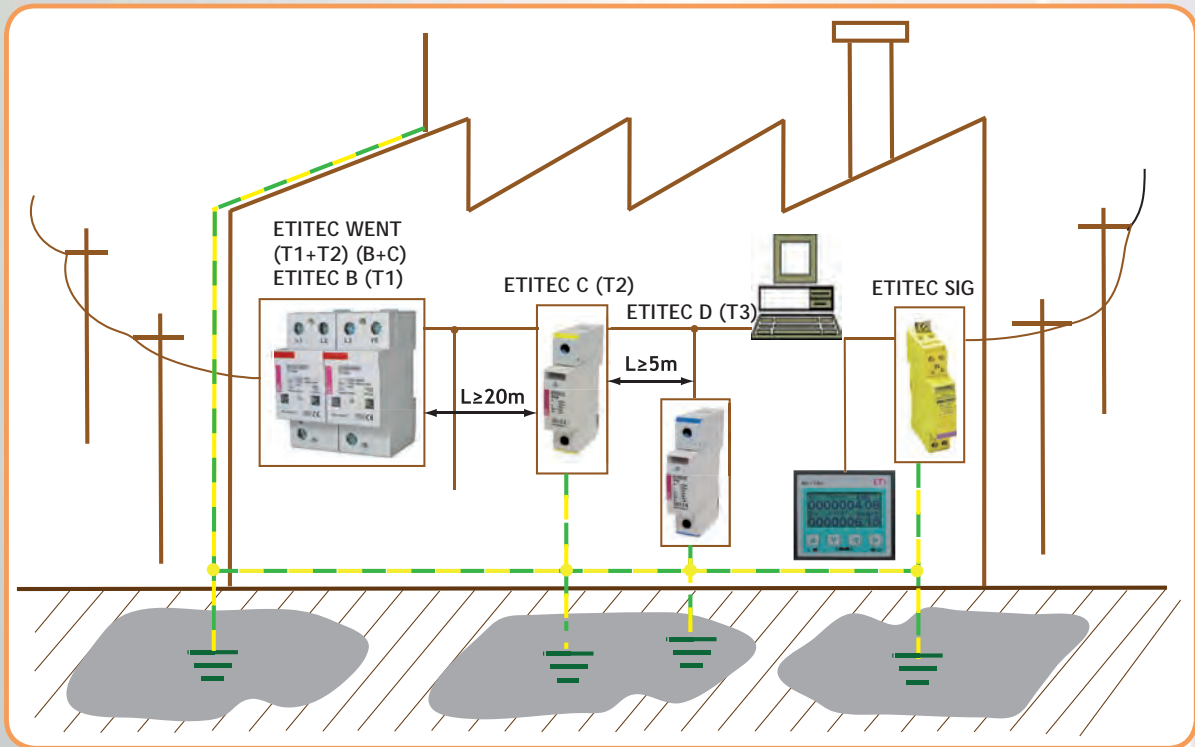


Отдельностоящие жилые здания



- ETITEC-WENT TNC-S 50kA
- ETITEC-WENT TNC 37,5kA
- ETITEC-WENT TNC-S 25kA
- ETITEC-WENT TNC-S 20kA
- ETITEC WENT TNC-S 12,5/50
- ETITEC WENT TNC-S 5/20
- ETITEC WENT TNC 12,5/37,5
- ETITEC-WENT TT 25/100 RC (3+1)
- ETITEC WENT TT 12,5/50
- ETITEC WENT TT 5/20
- ETITEC WENT IT 12,5/50
- ETITEC WENT IT 5/20
- ETITEC B+C 320/12,5 F (1+0)
- ETITEC B+C 320/12,5 F (3+0)
- ETITEC B+C 320/12,5 F (4+0)
- ETITEC B 275/12,5 U
- ETITEC B 275/8 U

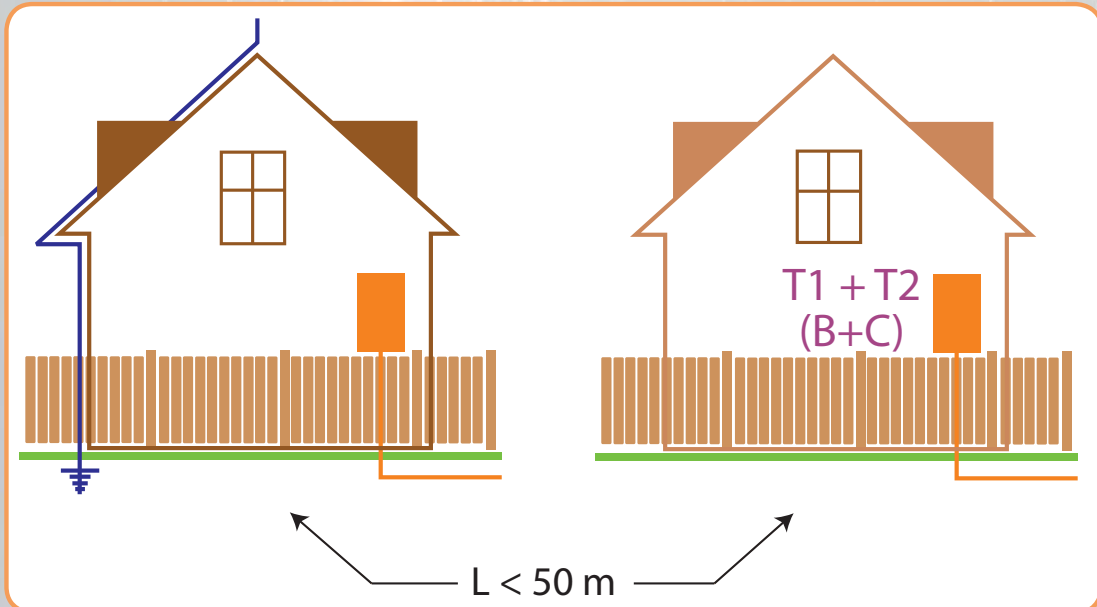
### Промышленные здания



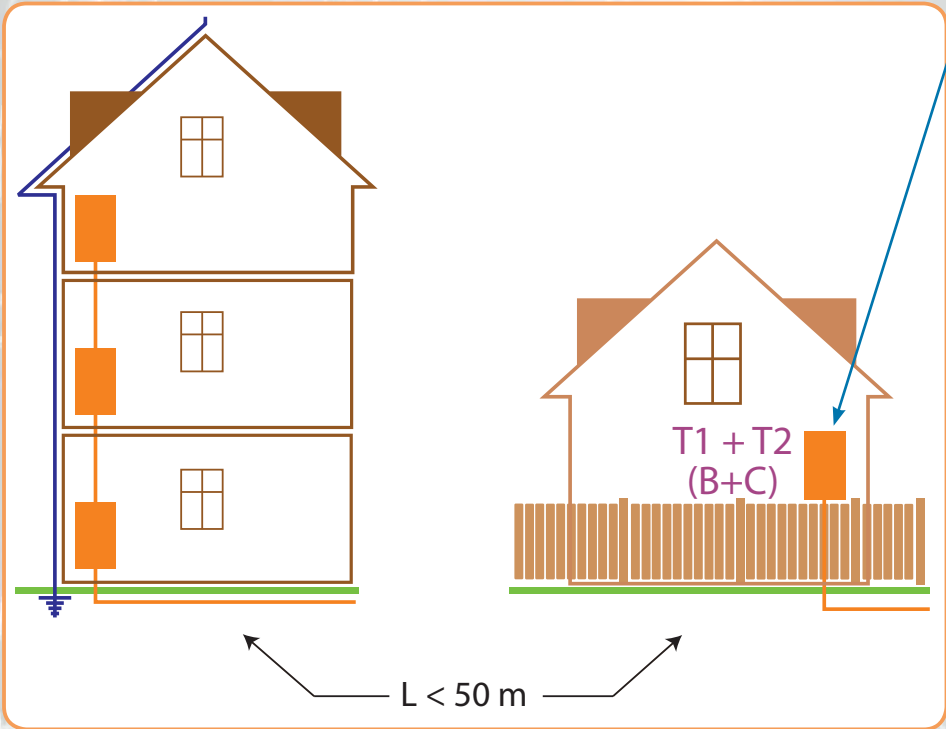
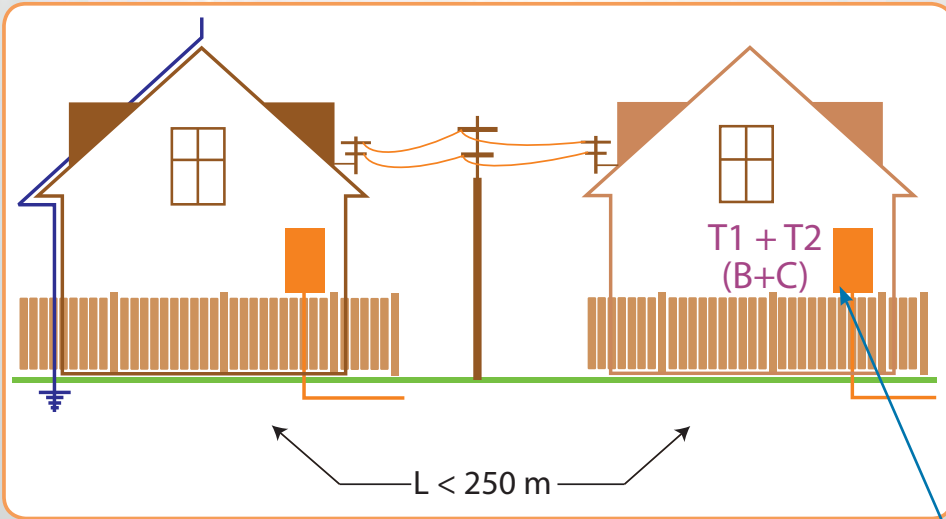
В промышленном здании, оборудованном внешним устройством молниезащиты и питающемся от воздушной линии, рекомендуется применять в главном распределительном щите ограничители T1+T2 ETITEC WENT или ETITEC B (T1+T2). Если объект не имеет внешнего устройства молниезащиты и питается от кабельной линии протяженностью, больше 200 м, рекомендуется в главном распределительном устройстве вместо ограничителей T1+T2 применять ограничители ETITEC B (T1). Следует помнить, что в этом случае расстояние к ближайшему ограничителю ETITEC C (T2) – локальному распределительному щиту (этажному) должно быть не меньше 10 м. Ограничители ETITEC D следует применять только для защиты чувствительных потребителей (компьютерная, медицинская техника и т. п.). Для защиты информационных линий следует применять ограничители ETITEC SIG (yellow line – желтая линия), а также ограничители COAXIAL/RF.

### Соседствующие здания

Для зданий, которые расположены близко друг к другу ( $L < 50$  м) и оборудованы внешней молниезащитой или рядом с высокими сооружениями ( $H > 20$  м), а также находятся близко к зданиям, оборудованным внешней системой молниезащиты, и запитаны от воздушной линии, рекомендуется использовать T1+T2 ETITEC WENT или ETITEC B+C (T1+T2) в главных распределительных щитах.







## Защита от перенапряжения систем солнечной энергетики

Солнечная энергетика – это направление нетрадиционной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии, которое активно развивается из-за быстрых темпов истощения энергетических ресурсов и ухудшения состояния окружающей среды. Оборудование солнечной энергетики состоит в основном из устройств и аппаратуры с низкой устойчивостью к перенапряжениям и ударным токам. Солнечные панели, устанавливаемые на крышах (Рис 118), подвергаются коммутационным перенапряжениям, а также перенапряжениям, вызванным прямыми ударами молнии. Следовательно, они должны быть защищены от прямого атмосферного разряда с помощью внешнего устройства молниезащиты. Защиту солнечных батарей от перенапряжений обеспечивают ограничители перенапряжения ETITEC B-PV (Рис. 120, 121, 122, 123, 124) и ETITEC C-PV. В основе этой технологии лежит принцип трансформации энергии солнечного излучения в электрическую с помощью кремниевых полупроводниковых (монокристаллических или поликристаллических) элементов. Солнечные элементы размерами около 12,5×12,5 см генерируют напряжение примерно 0,6 В с максимальным током 3,5 А. Для получения большего напряжения (на практике применяется 400 В) солнечные элементы соединяются последовательно. Модули могут иметь площадь от 1,5 до 2,5 м<sup>2</sup>. Такой модуль генерирует постоянное напряжение DC от 30 В до 60 В. На схеме (Рис. 119) показан комплект соединенных солнечных панелей, с помощью которого можно получить выходное напряжение от 500 В до 700 В DC. Напряжение может менять свое значение в зависимости от интенсивности солнечного воздействия.



Рисунок 118 – Солнечные панели, установленные на крыше здания

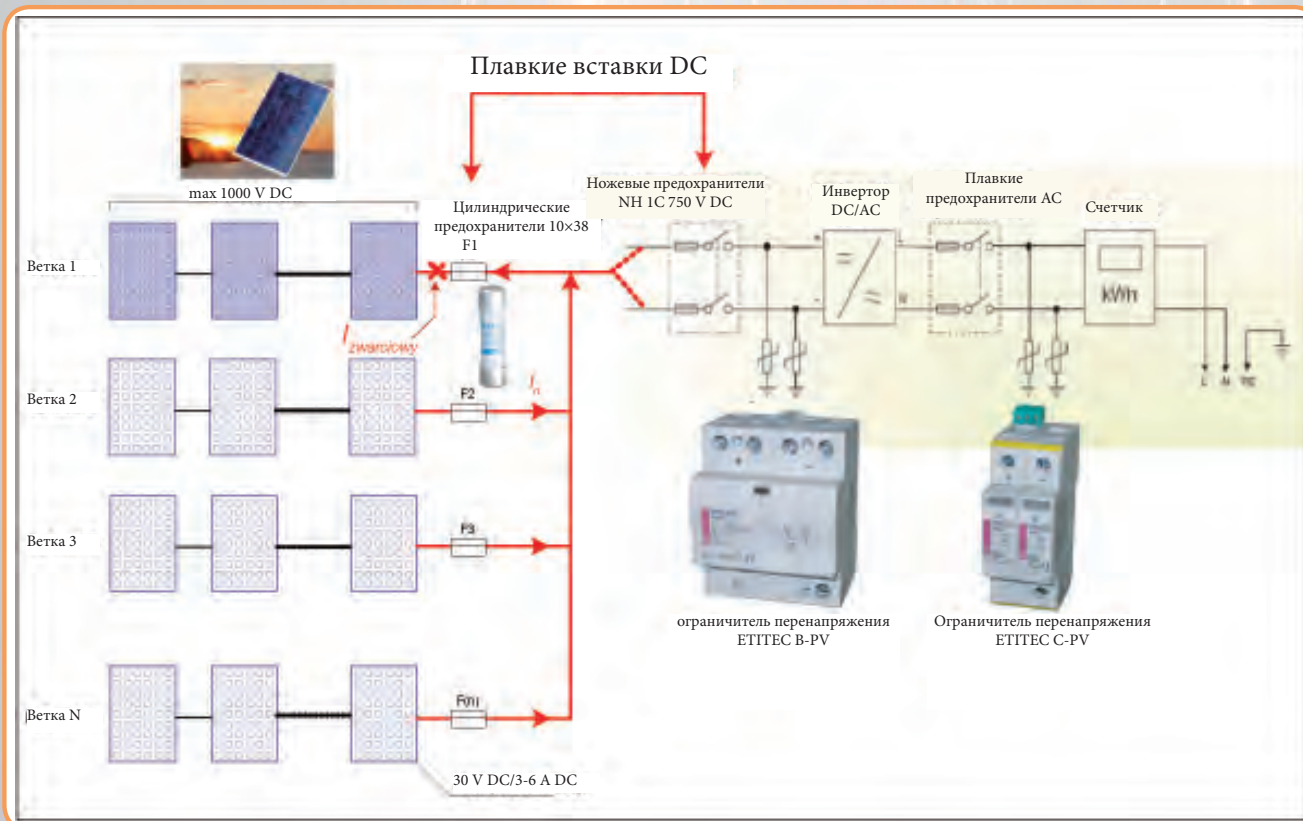


Рисунок 119 – Электрическая схема установки, работающей на солнечной энергии с использованием ограничителей ETITEC B-PV и ETITEC C-PV

Каждая солнечная панель также генерирует выходной ток величиной от 4 А до 7 А, в зависимости от типа модуля. Для получения токов большей амплитуды модули соединяются параллельно. Подключенные таким образом панели дают выходной ток в пределах от 250 А до 300 А. Этот ток питает преобразователь (инвертор), который преобразует постоянный ток DC в переменный ток AC, используемый для питания отдельных устройств или общей электроэнергетической сети.



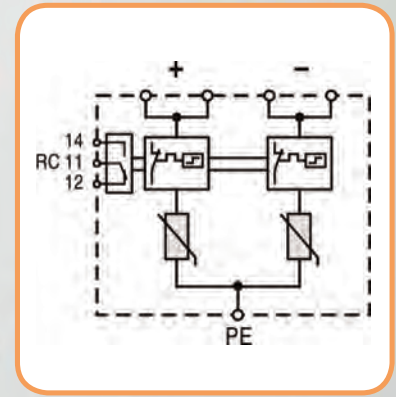
### ETITEC B-PV (T1+T2)



**Рисунок 120** – Ограничитель перенапряжения ETITEC B-PV 550/12,5 (10/350)

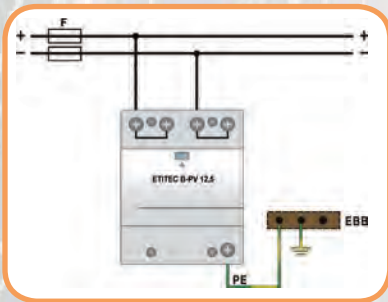


**Рисунок 121** – Ограничитель перенапряжения ETITEC B-PV 1000/12,5 (10/350)

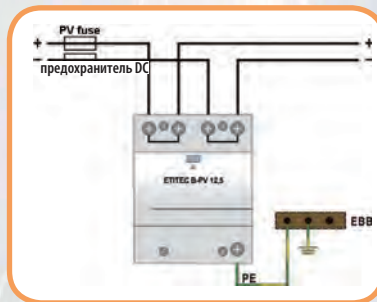


**Рисунок 122** – Структурная схема ограничителя ETITEC B-PV

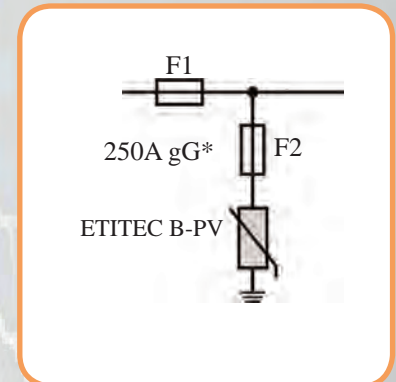
Ограничители перенапряжения ETITEC B-PV для защиты систем солнечной энергетики позиционируются, как комбинированные устройства, содержащие в себе ограничитель Тип 1 и Тип 2 (Класс I+II/V+B+C). Номинальный импульсный ток этих ограничителей составляет  $I_{imp} = 12,5$  кА на один полюс, максимальный токовый импульс  $I_{max} = 40$  кА. Серия ограничителей с RC оборудована контактами дистанционной сигнализации повреждения варистора.



**Рисунок 123** – Подключение ограничителей B-PV по схеме T



**Рисунок 124** – Подключение ограничителей B-PV по схеме V



**Рисунок 125** – Предохранитель F2, если  $F1 > 250$  А

Технические данные	
Описание	ETITEC B-PV xxxx/12,5 (10/350)
Максимальное действующее напряжение $U_c$ (DC)	550 В / 1000 В
Номинальный ток разряда $I_{(8/20)}$	20 кА / 20 кА
Максимальный ток разряда $I_{max}^{(8/20)}$	40 кА / 40 кА
Ток разряда $I_{imp}^{(10/350)}$	12,5 кА / 12,5 кА
Удельная энергия	39 кДж/Ω / 39 кДж/Ω
Заряд	6,25 Ас / 6,25 Ас
Уровень защиты $U_r$ при $I_{(8/20)}$	< 2,0 кВ / < 2,6 кВ
Уровень защиты $U_r$ при $I_{imp}^{(10/350)}$	< 1,7 кВ / < 2,4 кВ
Время срабатывания	< $25 \times 10^{-9}$ с
Ток утечки при $U_c < 2,5$	< 2,5 мА
Тепловая защита	Есть
Максимальная дополнительная защита (если $F1 > 250$ А)	250 А gG
Максимально допустимый ток короткого замыкания	25 кА / 50 Гц
Рабочая температура	- 40 °C ... +80 °C
Сечение подключаемых проводников	35 мм <sup>2</sup> (монолит) / 25 мм <sup>2</sup> (витой)
Усилие зажатия винтов	Максимально 4,5 Нм
Установка на рейку TH35	DIN рейка (35 мм)
Степень защиты	IP20
Материал корпуса	Термопластик
Ширина	4 модуля
Внешняя дистанционная сигнализация повреждения варистора (RC)	
Номинальный ток	AC 250 В/0,5 А; 125 В/3 А
Сечение подключаемых проводников	Максимально 1,5 мм <sup>2</sup>
Усилие зажатия винтов	0,25 Нм
Габариты	108 мм x 79 мм x 76 мм

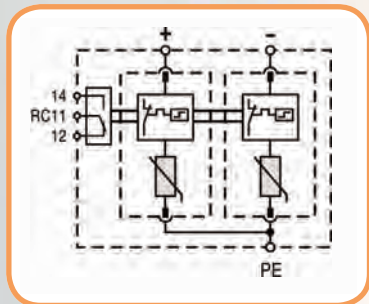
## ETITEC C-PV (T1+T2)

Ограничители перенапряжения ETITEC C-PV для защиты систем солнечной энергетики позиционируются, как ограничители Тип 2 (Класс II/C). Номинальный импульсный ток этих ограничителей составляет  $I_{imp} = 20 \text{ kA}$  (8/20) на один полюс, максимальный токовый импульс  $I_{max} = 40 \text{ kA}$  (8/20) на один полюс. Серия ограничителей RC оборудована контактами дистанционной сигнализации повреждения варистора (RC).

Принцип дополнительной защиты для ограничителей ETITEC C-PV такой же, как и для ETITEC B-PV.



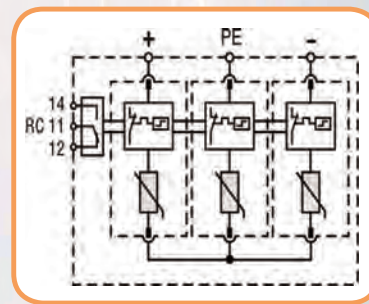
**Рисунок 126**  
ETITEC C-PV 100,  
550/20 (8/20)



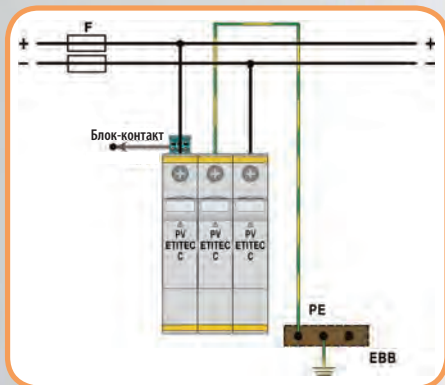
**Рисунок 126.1**  
Структурная схема  
ETITEC C-PV



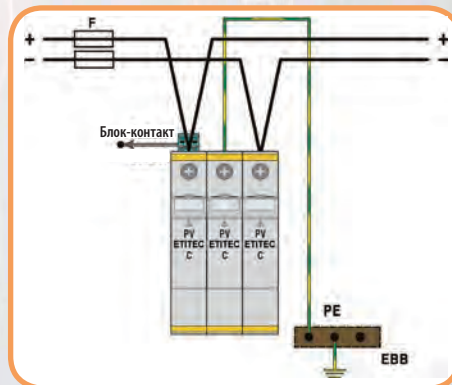
**Рисунок 127**  
ETITEC C-PV 1000/20  
(10/350)



**Рисунок 128**  
Структурная схема  
ETITEC C-PV



**Рисунок 129** – Подключение ограничителя C-PV по схеме T



**Рисунок 130** – Подключение ограничителя C-PV по схеме V

Технические характеристики			
Описание	ETITEC C-PV xxxx/20 (8/20)		
	100 В	550 В	1000 В
Максимальное действующее напряжение $U_c$ (DC)	100 В	550 В	1000 В
Номинальный ток разряда $I_n$ (8/20)	20 кА	20 кА	20 кА
Максимальный ток разряда $I_{max}$ (8/20)	40 кА	40 кА	40 кА
Уровень защиты $U_p$ при $I_n$ (8/20)	< 0,7 кВ	< 2,1 кВ	< 4,0 кВ
Время срабатывания	< $25 \times 10^{-9}$ с		
Ток утечки при $U_c < 2,5$	< 1,5 мА		
Тепловая защита	Есть		
Максимальная дополнительная защита (если $F1 > 250 \text{ A}$ )	125 А gG		
Максимально допустимый ток короткого замыкания	25 кА/ 50 Гц		
Рабочая температура	- 40 °С ... +80 °С		
Сечение подключаемых проводников	35 мм <sup>2</sup> (монолит)/25 мм <sup>2</sup> (витой)		
Усилие зажатия винтов	Максимально 4,5 Нм		
Установка на рейку TH35	DIN рейка (35 мм)		
Степень защиты	IP20		
Материал корпуса	Термопластик		
Ширина	2 модуля	2 модуля	3 модуля
Внешняя дистанционная сигнализация (RC) повреждения варистора			
Номинальный ток	AC 250 В/0,5 А; 125 В/3 А		
Сечение подключаемых проводников	Максимально 1,5 мм <sup>2</sup>		
Усилие зажатия винтов	0,25 Нм		
Габариты	108мм x 79мм x 76мм		



**Принцип применения ограничителей В-PV (Т1+Т2) в устройствах солнечной энергетики для зданий с внешней молниезащитой (LPS)**

В случае, когда расстояние между солнечной панелью и инвертором AC/DC превышает  $L > 7$  м, необходимо установить на этом отрезке 2 ограничителя ETITEC В-PV – (1) и (2) (Рис. 131). Если расстояние  $L \leq 7$  м, то применение ограничителя (2) не обязательно.

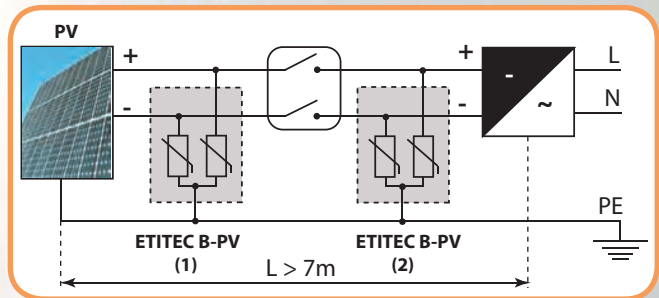
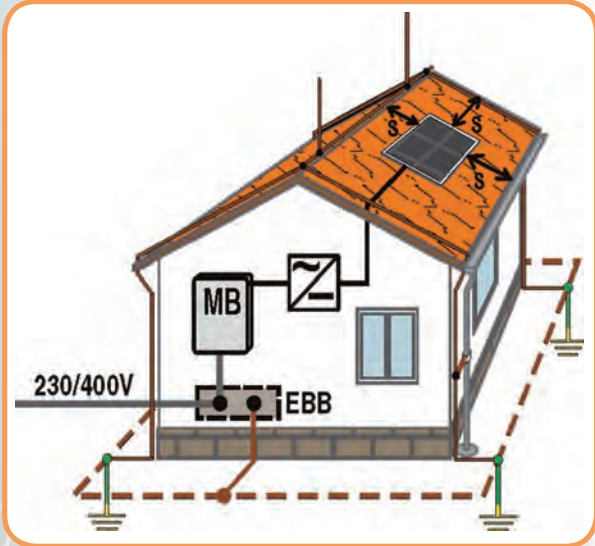


Рисунок 131 – Использование ограничителей ETITEC В-PV

**Принцип применения ограничителей С-PV (Т2) в устройствах солнечной энергетики для зданий без внешней молниезащиты (LPS)**

В случае, когда расстояние между солнечной панелью и инвертором AC/DC превышает  $L > 7$  м, следует применить на этом отрезке 2 ограничителя ETITEC С-PV (1) и (2) (Рис. 132). Если расстояние  $L \leq 7$  м, то применение ограничителя (2) не обязательно.

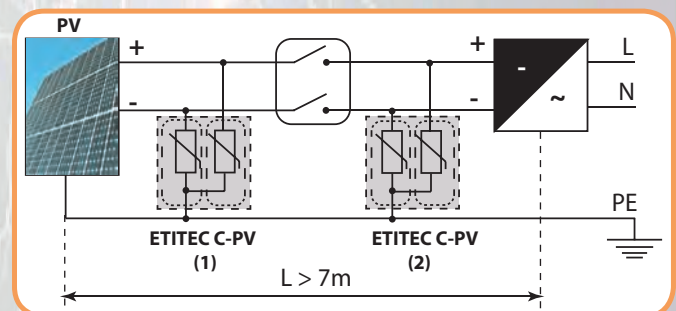
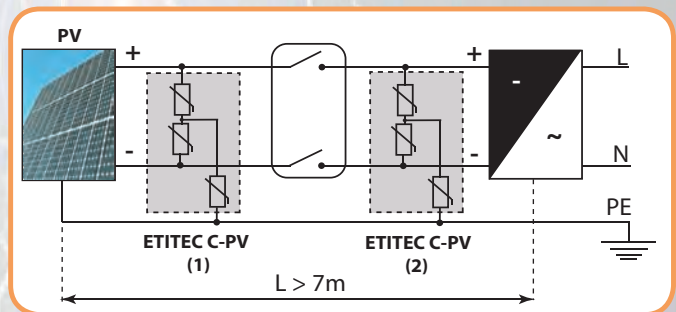
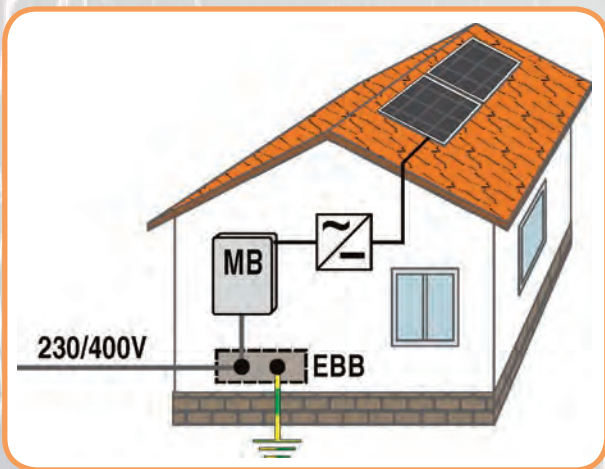


Рисунок 132 – Использование ограничителей ETITEC С-PV

## Защита от перенапряжения информационных линий, телекоммуникационного оборудования, теле/видео-спутниковых систем

Защита от перенапряжений в системах передачи сигналов промышленной автоматики, контрольно-измерительной аппаратуры, телекоммуникаций, передачи данных и т. п., должна основываться, как и в случае систем электропитания, на зональной концепции молниезащиты. Защита от перенапряжения требуется только тогда, когда все питающие, сигнальные провода и линии передачи данных соединены с главной эквипотенциальной шиной на границах зон защиты.

Защитные устройства должны выбираться соответственно виду и уровню сигнала данных, а также ожидаемому уровню помех. В защитных устройствах систем передачи сигналов применяются разные комбинации элементов защиты, функции и свойства которых, взаимно дополняются. Это обусловлено невозможностью с помощью одного ограничителя достичь быстрого времени реагирования –  $t_A$ , высокой перегрузочной способности по току разряда –  $I_p$ , низкого уровня защиты –  $U_p$ . На практике применяется три основных элемента:

- газовые искровые разрядники;
- варисторные разрядники;
- гасящие диоды;

Все вышеупомянутые элементы имеют характерную особенность, которая используется для защиты от перенапряжений – изменение собственного сопротивления в широких пределах в зависимости от величины падения напряжения на них. Сопротивление элементов защиты во время нормальной работы при номинальном напряжении является очень большим, а при появлении перенапряжения – быстро уменьшается. После исчезновения перенапряжения, сопротивление ограничителя возрастает до исходного значения при условии, что ограничитель не был поврежден протеканием разрядного тока, превышающим расчетное максимальное значение.



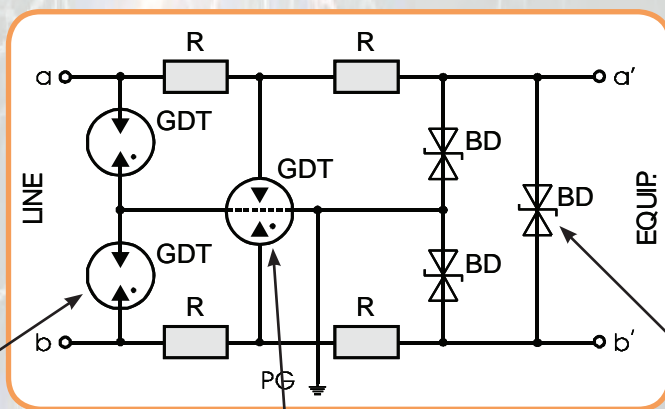
Рисунок 133 – Ограничители перенапряжения ETITEC SIG



Рисунок 134 – Ограничители перенапряжения ETITEC COAX

### Многоступенчатые системы защиты

Многоступенчатые схемы защиты применяются в линиях передачи сигналов тогда, когда применение одиночных элементов защиты не обеспечивает эффективной защиты от перенапряжений или не ограничивает перенапряжения до требуемого уровня. Типичные многоступенчатые схемы защиты состоят из защитных элементов, соединенных с промежуточными элементами, такими как резисторы, ёмкости, индуктивности, фильтры и т. п.



Искровые разрядники  
1 уровня защиты (газоразрядник)

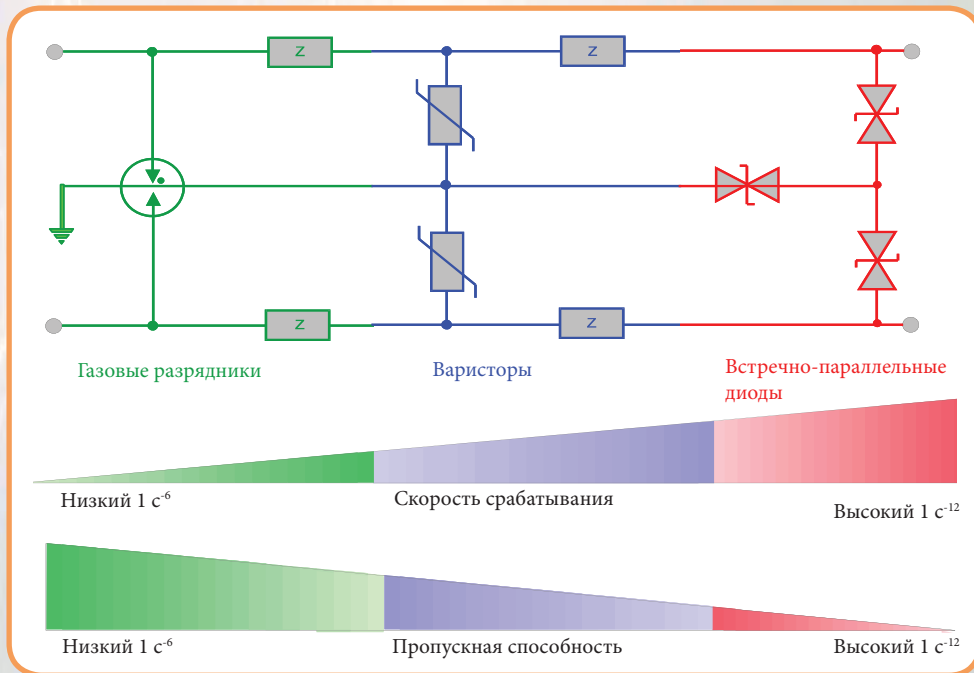
Искровой разрядник  
2 уровня защиты

Гасящие диоды  
3 уровень защиты

Рисунок 135 – Типичная многоступенчатая схема защиты линии передачи сигналов с использованием разрядников или варисторов с гасящими диодами



На (Рис. 135) представлена типичная многоступенчатая схема защиты линии передачи сигналов, основанная на использовании искровых разрядников или варисторов с гасящими диодами. Скорость срабатывания каждого уровня системы, а также их способность передачи энергии разрядного тока представлены на диаграмме ниже.



**Рисунок 136** – Многоуровневая система защиты: свойства каждого уровня

Многоступенчатые системы ограничителей, состоящие из газоразрядника или варисторов и гасящих диодов, обеспечивают необходимую защиту устройств, ударная устойчивость которых, не превышает 1000 В. Такие ограничители обеспечивают защиту систем, которые включают:

- линии передачи сигналов и данных измерений;
- телекоммуникационные линии – XDSL, ADSL – цифровые и аналоговые;
- источники питания постоянного тока DC;
- протоколы данных контроллеров PLC;
- компьютерные сети;
- сигнальные экранированные линии – Video, TV-SAT.

Для правильного подбора ограничителей серии «Yellow-line» следует принимать во внимание следующие основные параметры защищаемого оборудования:

- ток (А);
- напряжение (В);
- вид передачи сигнала – симметричный или несимметричный;
- частота.



**Рисунок 137** – Ограничители перенапряжения:  
ETITEC SIG EM- TD  
ETITEC SIG EMH-TC  
ETITEC SIG EMS-TC



**Рисунок 138** – Ограничитель перенапряжения ETITEC COAX

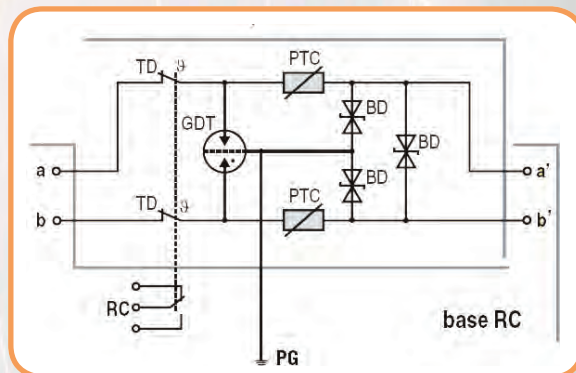


**Рисунок 139** – Ограничители перенапряжения  
ETITEC 24 NET 19  
ETITEC LZ NET

Ограничители перенапряжения ETITEC SIG (Рис. 137) для защиты информационных линий имеют следующие параметры:

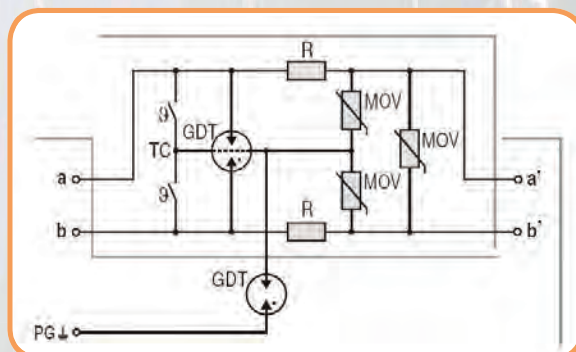
- номинальные напряжения  $U_n$  – 5, 12, 15, 24, 30, 48, 60, 110, 120, 230 В;
- номинальные разрядные токи  $I_n$  (8/20) – 60, 100, 300 А / 5, 10, 20кА ;
- диапазон частоты  $f$  – от 0,6 МГц до 2600 МГц ;
- диапазон рабочих температур – от 40 °С до 80 °С.

Они выпускаются в виде устройств модульной конструкции для установки на шину ТН35 и состоят из корпуса (в котором может быть вмонтирован газовый разрядник), а также съемного защитного модуля. Эти ограничители защищают устройства, сигнал которых передается с помощью экранированных и неэкранированных проводов, сечение которых не превышает 6 мм<sup>2</sup>. Ограничители ETITEC SIG имеют визуальную сигнализацию о повреждении защитного модуля или о его изъятии из корпуса. Также есть возможность дистанционной сигнализации. Модули EM-TD реализуют грубую и точную защиты. Они также оборудованы защитой от перегрузки – TD (Рис. 140), которая отключает линию в случае превышения температуры газового разрядника (например, короткое замыкание линии сигнализации на провод питающей сети), не допуская при этом воспламенения изоляции корпуса защитного устройства. Грубая защита от перенапряжений реализуется с помощью трехэлектродного газового разрядника, который принимает на себя большую часть энергии разряда. Относительно длительное время срабатывания ограничителя может быть причиной того, что при быстро нарастающем импульсе могут быть повреждены чувствительные электронные устройства. Это влечет за собой необходимость применения дополнительных уровней защиты. В защитных устройствах EM-TD точную защиту обеспечивает вторая ступень, которая состоит из трех варисторов (110 В) или трех диодов (5-60 В). С целью ограничения пикового тока на элементах второй ступени защиты (диоды), облегчения срабатывания газового разрядника (зажигания), а также защиты от всевозможных перегрузок в схему включен элемент PTC номиналом 5-60 В.



**Рисунок 140** – Схема ограничителя перенапряжения ETITEC SIG EM-TD 24 В

Защитные устройства EMS-TC, в отличие от EM-TD, имеют заводскую тепловую защиту. В случае превышения максимальной допустимой температуры электроды ограничителя замыкаются. Для реализации этой функции используется эффект теплового расширения металлов.



**Рисунок 141** – Схема ограничителя перенапряжения ETITEC SIG EMS-TC 110В

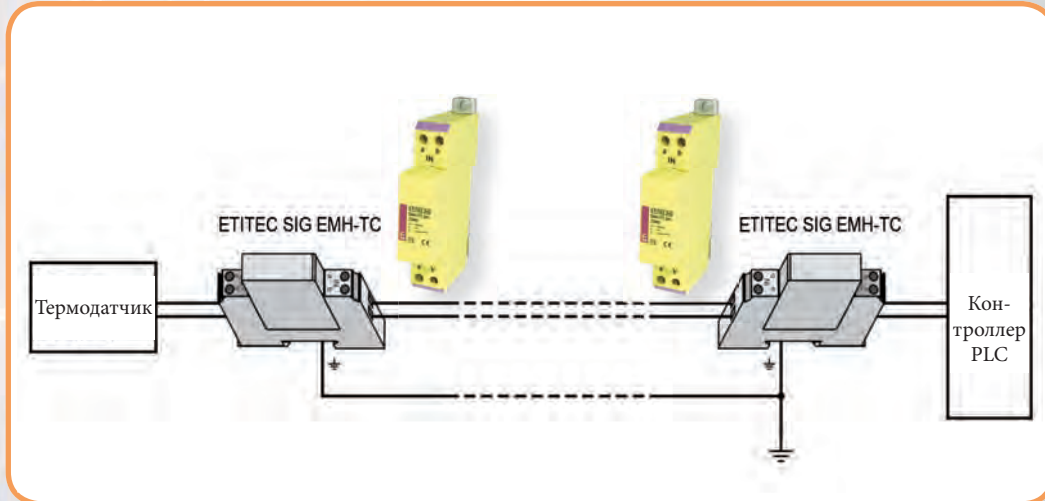
Свойства:

- защитные модули, защищающие 2 провода, для применения в диапазонах  $0_B - 1, 0_B - 2$  и 1-2 зонах;
- габариты: высота  $h=90$  мм, ширина 17,5 мм, глубина 68 мм;
- универсальность: защита как симметричных, так и несимметричных нагрузок;
- номинальные напряжения: 5, 12, 15, 24, 30, 48, 60, 110 В;
- номинальный ток: EM-TD – 145 мА, EMS-TC – 1 А;
- диапазон частоты для EM-TD, EMS-TC: от 0,6 МГц до 10МГц;
- 3 вида корпусов: с непосредственным заземлением экрана, с заземлением экрана через молниеотвод, с сигнализацией повреждения RC;
- съемный защитный модуль;
- тепловой расцепитель TD;
- элемент защиты от перегрузки PTC в исполнении 5-60 В;
- визуальная и дистанционная (RC) сигнализация повреждения устройства;
- заземление через монтажную шину ТН 35.

Ограничители перенапряжений ETITEC COAX (Рис. 138) предназначены для защиты устройств, в которых аналоговый сигнал передается по коаксиальным и экранированным кабелям. Ограничители COAX имеют различные разъемы: BNC, N, 7/16, UHF, F, TV. Конструкция ограничителей позволяет проводить высокочастотные RF сигналы до 3000 МГц. Такая высокая частота передачи обеспечивается благодаря низкому уровню затухания сигнала. Сопротивление изоляции этих ограничителей составляет не менее 10 ГОм.



Ограничители перенапряжений с разъемами типа RJ 45 (Рис. 139) применяются чаще всего для защиты компьютерных сетей, а также таких телекоммуникационных устройств, как факсы, телефоны, хабы, TN-SAT и т.п. Они выполнены как защитные устройства для установки на одной или нескольких линиях, на подобии ETITEC 24 NET (Рис.139). Позже некоторые модели стали изготавливаться для монтажа в распределительных устройствах системы – «Rack 19». Ограничители с разъемами RJ 45 производятся также в «комбинированном» исполнении, то есть защищают цепь управления и силовую цепь питания, например ТВ, компьютеры, телефоны и т.п. Примерами таких устройств являются ETITEC 24 NET 19 и ETITEC LZ NET (Рис.139).

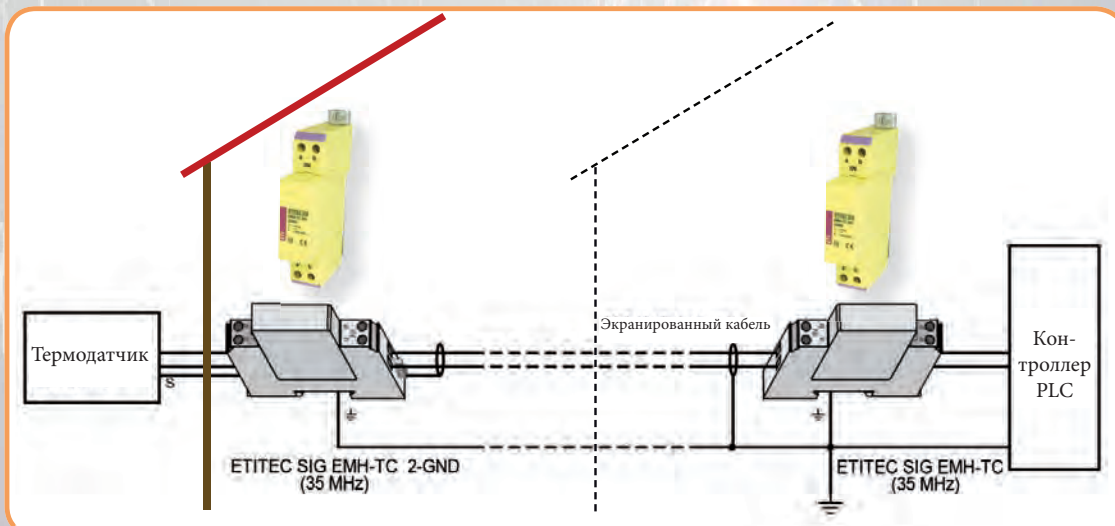


**Рисунок 142** – Защита системы измерения температуры с помощью пассивного (без напряжения) датчика и контроллера PLC

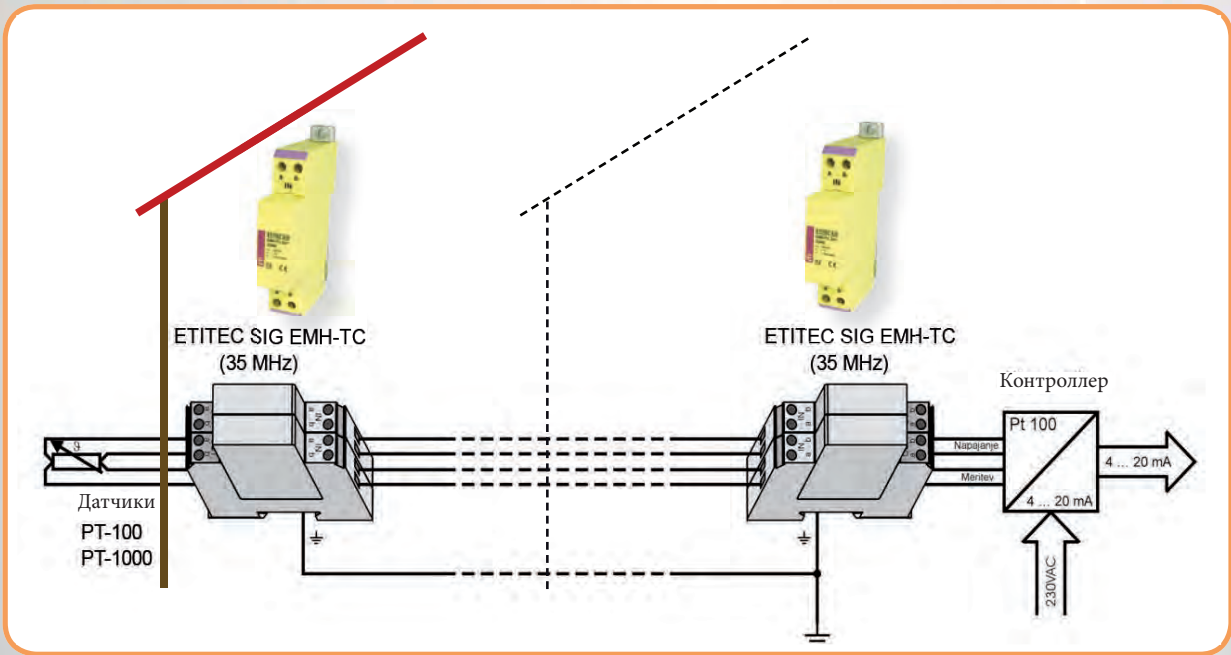
#### Защита от перенапряжений в системах автоматки

Учитывая близкое расположение устройств большой мощности – электродвигателей, промышленных обогревателей, контакторов, преобразователей частоты, а также измерительные цепи очень часто могут подвергаться перенапряжениям, которые возникают в моменты коммутации этих устройств. Особенно часто таким угрозам подвергаются управляющие устройства – контроллеры (PLC), принимающие сигналы (данные) от датчиков, расположенных на больших площадях, и соединенные длинными линиями с другими управляющими устройствами.

Для подключения элементов автоматки используется большое количество сигнальных проводов - экранированных и не экранированных, нередко значительной протяженности. Для защиты отдельной сигнальной линии, состоящей из двух проводов, применяется несимметричные схемы, в которых варисторные элементы и диоды подключены между сигнальными проводами и газовым разрядником, который отводит энергию к защитному проводу РЕ. В симметричных схемах применяются ограничители, в которых все защитные элементы включаются между проводами сигнальной линии и защитным проводом РЕ.



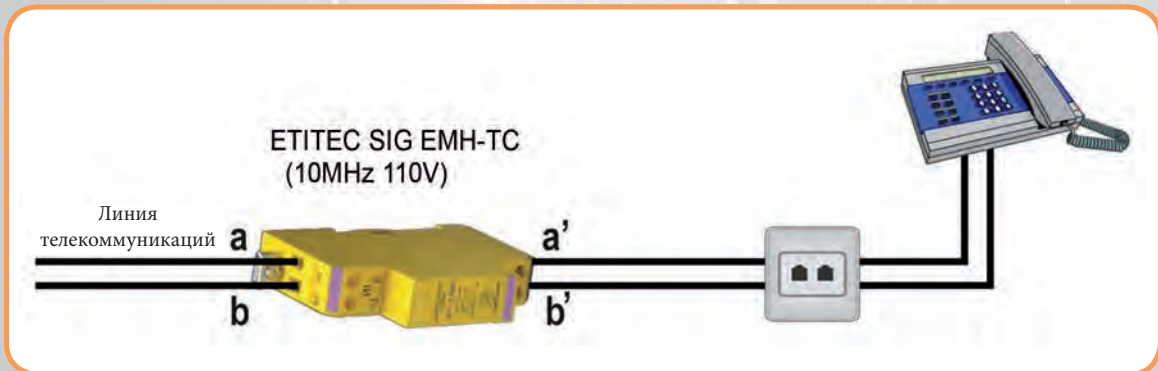
**Рисунок 143** – Защита системы измерения температуры и контроллера PLC, соединенных экранированным проводом, с помощью пассивного датчика



**Рисунок 144** – Защита системы измерения температуры с датчиком PT-100 и контроллером PLC

**Примеры систем защиты линий передачи цифровых и аналоговых сигналов**

Цифровые сигналы – это сигналы, которые передаются по двухпроводниковым линиям и используются для обмена данными в контроллерах, датчиках и т.п. Аналоговые сигналы используются чаще всего в измерительных цепях, выполненных в виде двухпроводных линий тока (токовая петля) без общего потенциала питания. Эти сигналы могут передаваться с помощью напряжения или тока. Токowe цепи от 0 до 20 мА предназначены для передачи аналоговых сигналов на большие расстояния, а цепи напряжения от 0 до 10 В – для передачи на короткие. Цепи для измерения температуры с помощью датчиков PT 100...1000 (Рис. 144), часто выполняются как трех- или четырехпроводные. Дополнительные провода служат для измерения падения напряжения на датчике. Все провода измерительной цепи должны быть защищены.



**Рисунок 145** – Защита телекоммуникационной линии 110 В с помощью ETITEC SIG EMH-TC



**Рисунок 146** – Защита линии передачи данных (LAN) с помощью LZ 24 NET 19



**Рисунок 147** – Защита компьютера, питающей сети и линии передачи данных (LAN) с помощью универсального ограничителя C 200 NET



Примеры защиты измерительных и управляющих систем



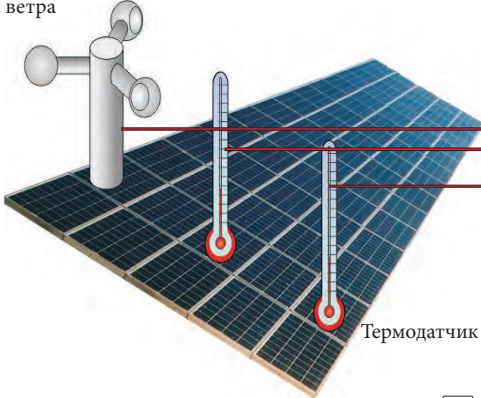
EM-TD 110V  
универсальный ограничитель  
для защиты линий передачи  
данных (ISDN)

1



ZE 200 NET  
универсальный ограничитель  
для защиты линий передачи  
данных (класс III/D)

Указатель скорости  
ветра



Термодатчик

Модем

ПК



1

3

3

2

RS 485

4

2



EMH-TC 24V  
ограничитель для защиты  
контрольно-измерительных  
линий (например для защиты  
аналоговых - от 4 до 20mA -  
измеритель скорости ветра)

4



EM-RS 485  
ограничитель для защиты  
контрольно-измерительных  
элементов в 4-проводных  
линиях (например RS 485)

3



IMH-TC 12V  
ограничитель для защиты  
датчиков температуры  
PT-100

Рисунок 148 – Пример защиты системы измерения температуры и скорости ветра на основе ограничителей перенапряжения ETITEC SIG

Примеры использования ограничителей перенапряжения ETITEC

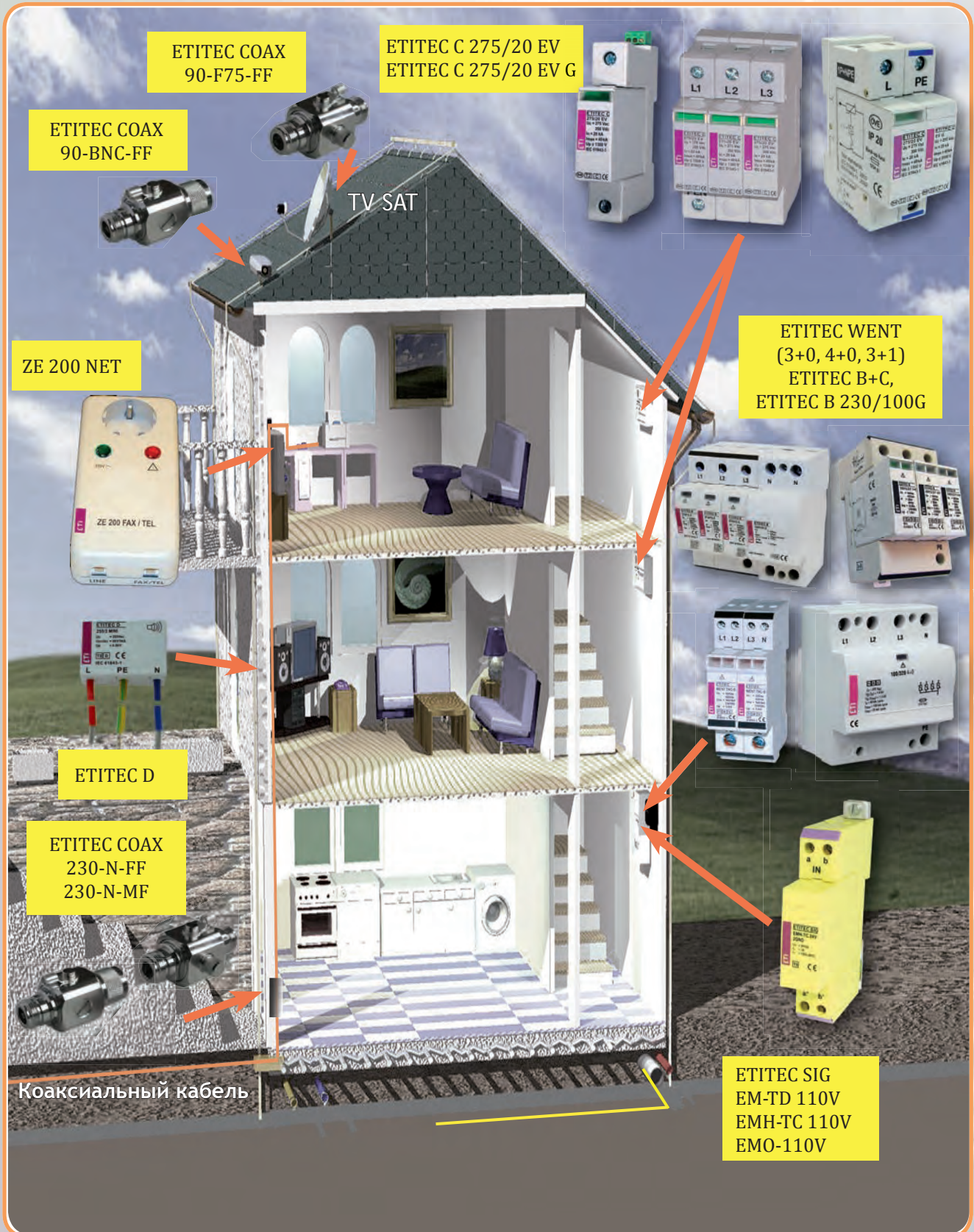


Рисунок 149 – Пример комплексной защиты информационных, электрических и телекоммуникационных цепей жилого здания с помощью ограничителей перенапряжения ETITEC, ETITEC COAX и ETITEC SIG



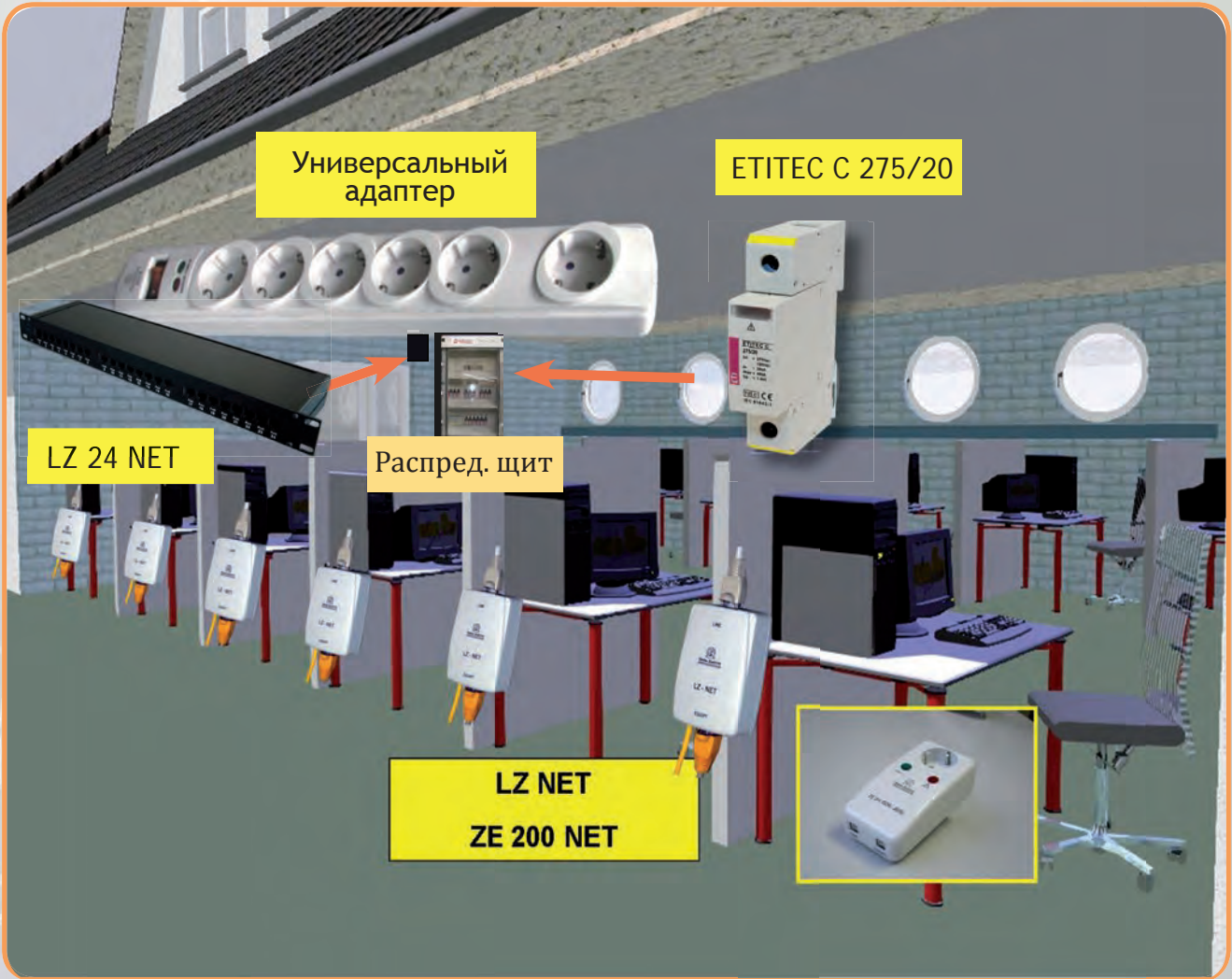


Рисунок 150 – Пример защиты локальной офисной сети

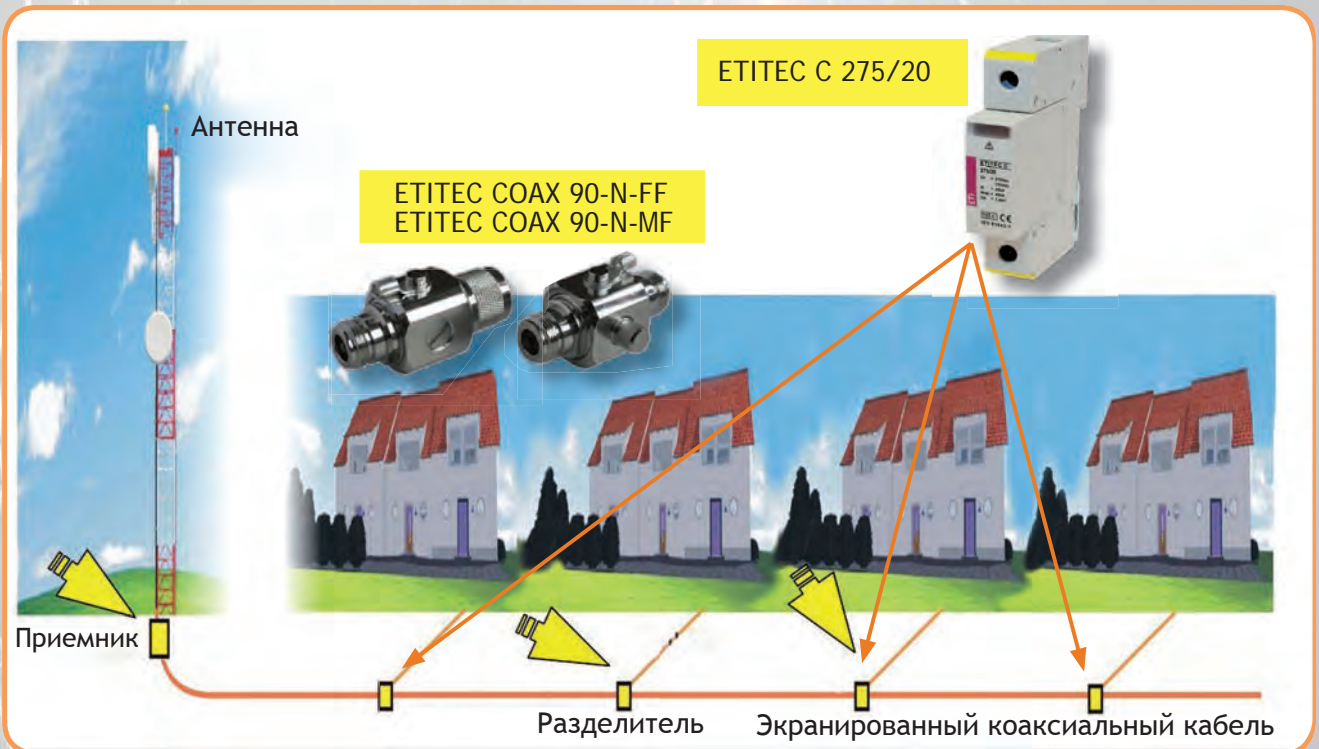


Рисунок 151 – Пример защиты кабельных телевизионных систем



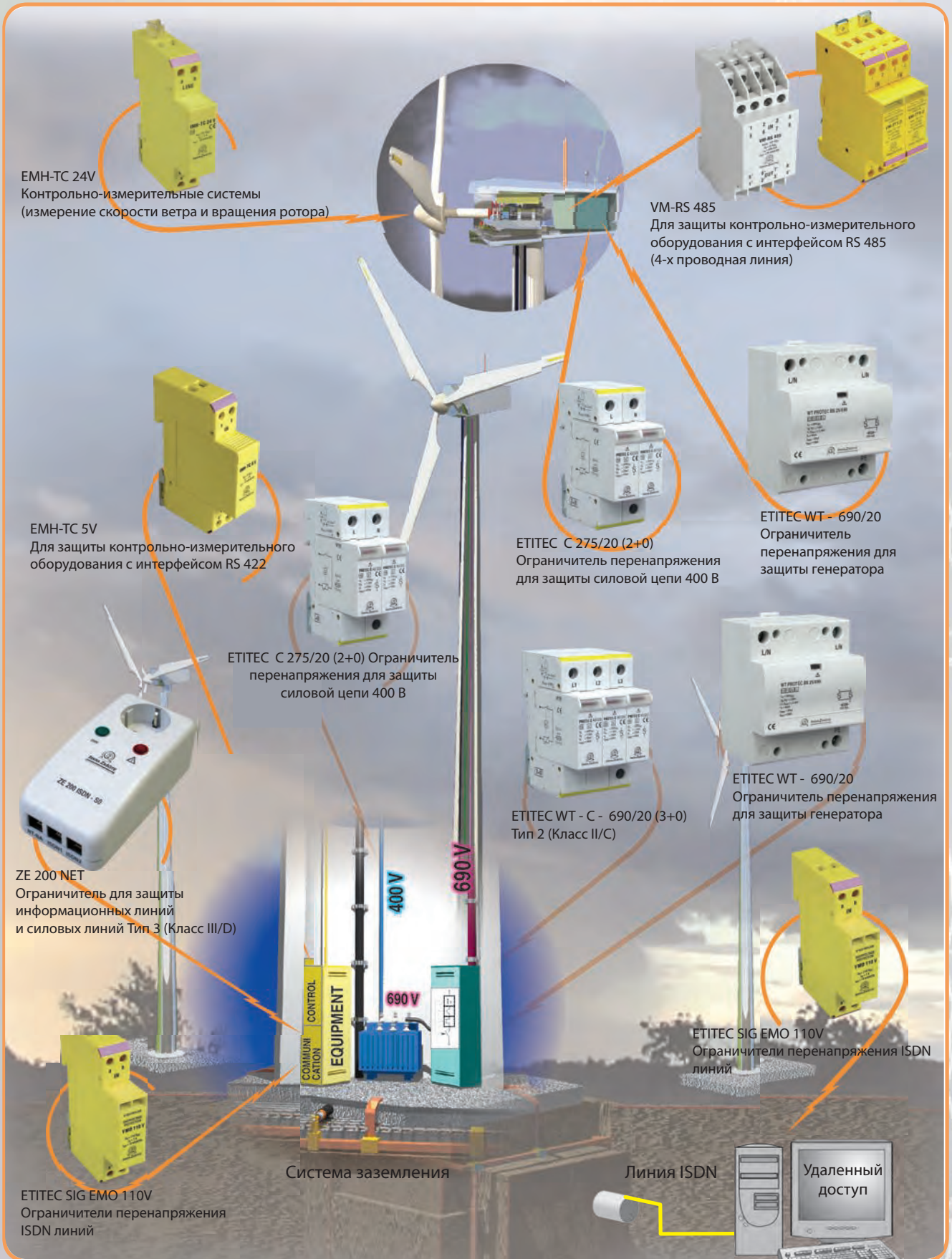


Рисунок 152 – Пример системы защиты для электрогенерирующей ветроустановки



Система защиты солнечных батарей в здании, оборудованном внешней молниезащитой

Внешняя молниезащита

Анемометр

Термодатчик

EMH-TC 24V  
огр.перенапряжения  
для защиты аналоговых  
информационных линий  
(от 4 до 20 mA)

EMH-TC 12V  
ОПН для защиты  
датчиков PT-100

Температура  
окружающей среды

Молниеотвод

Инвертор  
AC/DC

Авт.  
выключатель  
DC

Контрольно-  
измерительная  
панель

ETITEC B-PV  
ОПН для защиты солнечных  
батарей Тип 1 (Класс I/B)

ETITEC WENT TNC-S  
12,5/100 (4 + 0)  
ОПН для защиты главной  
силов.цепи

Система защиты солнечных батарей в здании без внешней молниезащиты

ETITEC WENT TT  
25/100 (3 + 1)  
ОПН для защиты  
главной силов.цепи

ETITEC C-PV  
ОПН для защиты  
солнечных батарей  
Тип 2 (Класс II/C)

EM-RS 485  
Для защиты контрольно-  
измерительного  
оборудования,  
с интерфейсом RS 485  
(4-х проводная линия)

Инвертор  
AC/DC

Авт.  
выключатель  
DC

Контрольно-  
измерительная  
панель

ZE 200 NET  
ОПН для защиты информационных  
и силовых линий Тип 3 (Класс III/D)

Рисунок 153 – Пример комплексной защиты здания, оборудованного солнечными панелями



## Коды для заказа ограничителей перенапряжения ETITEC



### Ограничители категории А

тип	Un(V)	In(kA)	I <sub>max</sub> (kA)	импульс	тип зажима	код
ETITEC A 275/10	275	10	40	8/20μs	O	2441310
ETITEC A 275/15	275	15	40	8/20μs	O	2441330
ETITEC A 280/5	280	5	10	8/20μs	A	2443112
ETITEC AQ 280/10	280	10	40	8/20μs	E	2442121
ETITEC AQ 280/15	280	15	40	8/20μs	E	2442131
ETITEC A 280/5/C-O	280	5	10	8/20μs	C-O	2442114
ETITEC A 280/15/C-O	280	15	40	8/20μs	C-O	2442134
ETITEC A 280/5/B-O	280	5	10	8/20μs	B-O	2442113
ETITEC A 280/15/B-O	280	15	40	8/20μs	B-O	2442133
ETITEC A 500/5/A	500	5	25	8/20μs	A	2443312
ETITEC A 500/5/C-O	500	5	25	8/20μs	C-O	2442314
ETITEC A 500/5/B-O	500	5	25	8/20μs	B-O	2442313



### Ограничители категории В (EN/IEC/VDE: T1/I класс/В)

тип	тип защиты	Un(V)	импульс	I <sub>imp</sub> (kA)	In(kA)	фаза/модуль	тип сети	код
ETITEC B 275/15	(1+0)	275	10/350μs	15	40(8/20μs)	1F/2мод.	-	2441410
ETITEC B 275/15 RC*	(1+0)	275	10/350μs	15	40(8/20μs)	1F/2мод.	-	2441660
ETITEC B 275/35	(1+0)	275	10/350μs	10	35(8/20μs)	1F/1мод.	-	2441460
ETITEC B 275/35 RC	(1+0)	275	10/350μs	10	35(8/20μs)	1F/1мод.	-	2441680
ETITEC B 230/100 G**	(0+1)	230	10/350μs	100	100(8/20μs)	1F/2мод.	-	2441900

### Ограничители категории В серии EV (EN/IEC/VDE: T1/I класс/В)

тип	тип защиты	Un(V)	импульс	I <sub>imp</sub> (kA)	In(kA)	фаза/модуль	тип сети	код
ETITEC B 275/30 EV	(1+0)	275	10/350μs	10	30(8/20μs)	1F/1мод.	-	2440001
ETITEC B 275/30 RC EV	(1+0)	275	10/350μs	10	30(8/20μs)	1F/1мод.	-	2440002
ETITEC B 275/30 EV 4p	(4+0)	275	10/350μs	10	30(8/20μs)	3F+N/4мод.	TNC-S	2440007
ETITEC B 275/30 RC EV 4p	(4+0)	275	10/350μs	10	30(8/20μs)	3F+N/4мод.	TNC-S	2440008
MODUL ETITEC B 275/30 EV	-	275	10/350μs	10	30(8/20μs)	1мод.	-	2440009



### Ограничители категории С (для разных типов сетей) (EN/IEC/VDE: T2/II класс/С)

тип	тип защиты	Un(V)	импульс	In/I <sub>max</sub> (kA)	фаза/модуль	тип сети	код
ETITEC C 275/20 U	(1+0)	275	8/20μs	20/40	1F/1мод.	-	2441536
ETITEC C 275/20 1+0	(1+0)	275	8/20μs	20/40	1F/1мод.	-	2441510
ETITEC C 275/20 1+0 RC	(4+0)	275	8/20μs	20/40	1F/1мод.	-	2441710
ETITEC C 255/20 G	(0+1)	255	8/20μs	20/40	1F/1мод.	TT	2441910
ETITEC C 275/20 4+0	(4+0)	275	8/20μs	20/40	3F+N/4мод.	TNC-S	2441512
ETITEC C 275/20 4+0 RC	(4+0)	275	8/20μs	20/40	3F+N/4мод.	TNC-S	2441513

### Ограничители категории С серии EV (для разных типов сетей) (EN/IEC/VDE: T2/II класс/С)

тип	тип защиты	Un(V)	импульс	In/I <sub>max</sub> (kA)	фаза/модуль	тип сети	код
ETITEC C 275/20 EV 1p	(1+0)	275	8/20μs	20/40	1F/1мод.	-	2441001
ETITEC C 275/20 RC EV 1p	(1+0)	275	8/20μs	20/40	1F/1мод.	-	2441002
ETITEC C 275/20 A EV 1p	(1+0)	275	8/20μs	20/40	1F/1мод.	-	2441003
ETITEC C 440/20 EV 1p	(1+0)	440	8/20μs	20/40	1F/1мод.	-	2441007
ETITEC C 440/20 RC EV 1p	(1+0)	440	8/20μs	20/40	1F/1мод.	-	2441008
ETITEC C 440/20 A EV 1p	(1+0)	440	8/20μs	20/40	1F/1мод.	-	2441009
ETITEC C EV G 1p	(0+1)	255	8/20μs	20/40	1F/1мод.	TT	2441071
ETITEC C 275/20 EV 3P	(3+0)	275	8/20μs	20/40	3F/3мод.	TNC	2441041
ETITEC C 275/20 RC EV 3P	(3+0)	275	8/20μs	20/40	3F/3мод.	TNC	2441042
ETITEC C 275/20 EV 3p+N	(4+0)	275	8/20μs	20/40	3F+N/4мод.	TNC-S	2441031
ETITEC C 275/20 RC EV 3p+N	(4+0)	275	8/20μs	20/40	3F+N/4мод.	TNC-S	2441032
ETITEC C 275/20 A EV 3p+N	(4+0)	275	8/20μs	20/40	3F+N/4мод.	TNC-S	2441033
ETITEC C 440/20 EV 3p+N	(4+0)	440	8/20μs	20/40	3F+N/4мод.	TNC-S	2441037
ETITEC C 440/20 RC EV 3p+N	(4+0)	440	8/20μs	20/40	3F+N/4мод.	TNC-S	2441038
ETITEC C 440/20 A EV 3p+N	(4+0)	440	8/20μs	20/40	3F+N/4мод.	TNC-S	2441039
ETITEC C 275/20 EV 1p+NPE	(1+1)	275	8/20μs	20/40	1F+NPE/2мод.	TT	2441051
ETITEC C 275/20 A EV 1p+NPE	(1+1)	275	8/20μs	20/40	1F+NPE/2мод.	TT	2441053
ETITEC C 275/20 EV 3p+NPE	(3+1)	275	8/20μs	20/40	3F+NPE/4мод.	TT	2441061
ETITEC C 275/20 RC EV 3p+NPE	(3+1)	275	8/20μs	20/40	3F+NPE/4мод.	TT	2441062
ETITEC C 275/20 A EV 3p+NPE	(3+1)	275	8/20μs	20/40	3F+NPE/4мод.	TT	2441063
MODUL ETITEC C 275/20 EV	-	275	8/20μs	20/40	1мод.	-	2441073
MODUL ETITEC C 275/20 A EV	-	275	8/20μs	20/40	1мод.	-	2441074

RC - сигнальный контакт; A - звуковая сигнализация; G - искровой разрядник (между "N-PE")

### Ограничители категории D (EN/IEC/VDE: T3/III класс/D)

тип	тип защиты	Un(V)	импульс	In(kA)	I <sub>max</sub> (kA)	фаза/модуль	тип сети	код
ETITEC D 275/3	(1+0)	275	8/20μs	3	6	1F/1мод.	-	2441610
ETITEC D 275/3 RC	(1+0)	275	8/20μs	3	6	1F/1мод.	-	2441740
ETITEC D2 275/5	(2+0)	275	8/20μs	5	10	1F/1мод.	TNC-S	2441615
ETITEC D 275/3 mini	(2+0)	275	8/20μs	3	-	-	TNC-S	2441632
ETITEC D 275/3 1p EV	(1+0)	275	8/20μs	3	6	1F/1мод.	-	запрос
ETITEC D 275/3 3p EV	(3+0)	275	8/20μs	3	6	3F/3мод.	TNC	запрос



**Ограничители категории ETITEC WENT/B+C (EN/IEC/VDE: T1+T2/I класс+II класс/B+C)**

тип	Un (V)	импульс	Iimp (kA)	In (kA)	фаза/модуль	тип сети	код
ETITEC-WENT TNC-S 50kA	320	10/350µs	12,5	40(8/20µs)	3F+N/4мод.	TNC-S	2441800
ETITEC-WENT TNC-S RC 50kA	320	10/350µs	12,5	40(8/20µs)	3F+N/4мод.	TNC-S	2441801
ETITEC-WENT TNC-S 25kA	320	10/350µs	12,5	40(8/20µs)	1F+N/2мод.	TNC-S	2441920
ETITEC-WENT TNC-S RC 25kA	320	10/350µs	12,5	40(8/20µs)	1F+N/2мод.	TNC-S	2441803
ETITEC-WENT TNC-S 20kA	320	10/350µs	5	20(8/20µs)	3F+N/2мод.	TNC-S	2441804
ETITEC-WENT TNC 37,5kA	320	10/350µs	12,5	40(8/20µs)	3F/4мод.	TNC	2441820
ETITEC-WENT TT 25/100 RC (3+1)	320	10/350µs	25/100	40/100(8/20µs)	3F+NPE/5мод.	TT	2444014
ETITEC-WENT TNC 25/75 (3+0)	320	10/350µs	25	40(8/20µs)	3F/4мод.	TNC	2444003
ETITEC-WENT TNC-S 25/100 (4+0)	320	10/350µs	25	40(8/20µs)	3F+N/4мод.	TNC-S	2444005
ETITEC-WENT TNC RC 25/75 (3+0)	320	10/350µs	25	40(8/20µs)	3F/4мод.	TNC	2444013
ETITEC-WENT TNC-S 25/100 RC (4+0)	320	10/350µs	25	40(8/20µs)	3F+N/4мод.	TNC-S	2444015
ETITEC B+C 320/12,5 F (1+0)	320	10/350µs	12,5	25(8/20µs)	1F/1мод.	TNC	2440122
ETITEC B+C 320/12,5 F (1+0) RC	320	10/350µs	12,5	25(8/20µs)	1F/1мод.	TNC	2440125
ETITEC B+C 320/12,5 F (2+0)	320	10/350µs	12,5	25(8/20µs)	1F+N/2мод.	TNC-S	2440132
ETITEC B+C 320/12,5 F (2+0) RC	320	10/350µs	12,5	25(8/20µs)	1F+N/2мод.	TNC-S	2440135
ETITEC B+C 320/12,5 F (3+0)	320	10/350µs	12,5	25(8/20µs)	3F/3мод.	TNC	2440142
ETITEC B+C 320/12,5 F (3+0) RC	320	10/350µs	12,5	25(8/20µs)	3F/3мод.	TNC	2440145
ETITEC B+C 320/12,5 F (4+0)	320	10/350µs	12,5	25(8/20µs)	3F+N/4мод.	TNC-S	2440152
ETITEC B+C 320/12,5 F (4+0) RC	320	10/350µs	12,5	25(8/20µs)	3F+N/4мод.	TNC-S	2440155
ETITEC B 275/12,5 U	275	10/350µs	12,5	25(8/20µs)	1F/1мод.	-	2445103
ETITEC B 275/8 U	275	10/350µs	8	20(8/20µs)	1F/1мод.	-	2445101


**Ограничители перенапряжения для защиты солнечных батарей ETITEC PV (EN/IEC/VDE: T1+T2/I класс+II класс/B+C) / (EN/IEC/VDE: T2/II класс/C)**

тип	Uc (V DC)	импульс	Iimp(kA)	Категория	модуль	код
ETITEC B-PV 550/12,5	550	10/350µs	12,5	B+C	4мод.	2445202
ETITEC B-PV 1000/12,5	1000	10/350µs	12,5	B+C	4мод.	2445203
ETITEC B-PV 550/12,5 RC	550	10/350µs	12,5	B+C	4мод.	2445204
ETITEC B-PV 1000/12,5 RC	1000	10/350µs	12,5	B+C	4мод.	2445205
ETITEC C-PV 100/20	100	8/20µs	20	C	2мод.	2445206
ETITEC C-PV 550/20	550	8/20µs	20	C	3мод.	2445207
ETITEC C-PV 1000/20	1000	8/20µs	20	C	3мод.	2445208
ETITEC C-PV 550/20 RC	550	8/20µs	20	C	3мод.	2445210
ETITEC C-PV 1000/20 RC	1000	8/20µs	20	C	3мод.	2445211


**Высоковольтные ограничители перенапряжения ETISURGE INZP (ОПН)**
**ОПН INZP с держателем и сигнализатором срабатывания**

тип	Un (kV)	Uc (kV)	In (kA)	импульс	I <sub>max</sub> (kA)	код
INZP 0610 10kA 6kV	6	5,1	10	8/20µs	40	4213020
INZP 0910 10kA 9kV	9	7,65	10	8/20µs	40	4213030
INZP 1010 10kA 10kV	10	8,4	10	8/20µs	40	4213040
INZP 1210 10kA 12kV	12	10,2	10	8/20µs	40	4213050
INZP 1810 10kA 18kV	18	15,3	10	8/20µs	40	4213080
INZP 2110 10kA 21kV	21	17	10	8/20µs	40	4213090
INZP 2410 10kA 24kV	24	19,5	10	8/20µs	40	4213100
INZP 3310 10kA 33kV	33	27	10	8/20µs	40	4213130
INZP 3610 10kA 36kV	36	29	10	8/20µs	40	4213140
INZP 4210 10kA 42kV	42	34	10	8/20µs	40	4213160

**ОПН INZP\_S без держателя и сигнализатора**

тип	Un (kV)	Uc (kV)	In (kA)	импульс	I <sub>max</sub> (kA)	код
INZP_S 0610 10kA 6kV	6	5,1	10	8/20µs	40	4211020
INZP_S 0910 10kA 9kV	9	7,65	10	8/20µs	40	4211030
INZP_S 1010 10kA 10kV	10	8,4	10	8/20µs	40	4211040
INZP_S 1210 10kA 12kV	12	10,2	10	8/20µs	40	4211050
INZP_S 1810 10kA 18kV	18	15,3	10	8/20µs	40	4211080
INZP_S 2110 10kA 21kV	21	17	10	8/20µs	40	4211090
INZP_S 2410 10kA 24kV	24	19,5	10	8/20µs	40	4211100
INZP_S 3310 10kA 33kV	33	27	10	8/20µs	40	4211130
INZP_S 3610 10kA 36kV	36	29	10	8/20µs	40	4211140
INZP_S 4210 10kA 42kV	42	34	10	8/20µs	40	4211160









**ETI ELEKTROELEMENT d.d.**  
 Obrezija 5, 1411 Izlake (Излаке),  
 Словения  
 Тел.: + 386 (0) 3 56 57 570  
 Факс: + 386 (0) 3 56 74 077  
 eti@eti.si, www.eti.si



**Дочерние предприятия:**

● **ETI GUM d. o. o.**  
 Obrezija 5, 1411 Izlake, Slovenia  
 Telefon: +386 (0) 3 56 57 590  
 etigum@eti.si  
 http://www.etigum.si

● **ETI SVIT d. o. o.**  
 Bakovnik 4a, 1240 Kamnik,  
 Slovenia  
 Telefon: +386 (0) 1 83 189 12  
 svit@eti.si,  
 http://www.etigum.si

● **ETI DE GmbH**  
 Dorfwiesweg 13,  
 63828 Kleinkahl, Germany  
 Telefon: +49 (0) 6024 63 97 0  
 contact@eti-de.de

● **ETI POLAM sp. z. o. o.**  
 Ul. Jana Pawla II 18,  
 06100 Pultusk, Poland  
 Telefon: +48 (0) 23 691 9300  
 etipolam@etipolam.com.pl  
 http://www.etipolam.com.pl

● **ETI SARAJEVO d. o. o.**  
 Hifzi Bjelevca 13,  
 71000 Sarajevo, BiH  
 Telefon: +387 (0) 33 775 250  
 etisa@bih.net.ba  
 http://www.eti.ba

● **PIMEX ELECTRIC S.R.L**  
 Strada Doina Nr.17  
 Sector 5, 050707 Bucuresti  
 Romunija.  
 Tel: 004 021 424 83 83  
 eti.electric@gmail.com

● **ETI B**  
 Pančevački put 85,  
 11210 Beograd,  
 Serbia and Montenegro  
 Telefon: +381 (0) 11 271 29 43  
 http://www.etib.co.yu

● **ETI ELB s. r. o.**  
 Potočna 37,  
 90084 Bahon, Slovakia  
 Telefon: +421 (0) 336 455 292  
 http://www.etielb.sk

● **ETI UKRAINE**  
 Ukraine, Kiev, 04128, st. Tupoleva 19,  
 Office 201.  
 Telefon: +38 (044)-49-42-180  
 http://www.eti.ua

● **ETI BALTUS**  
 Tyzles 41A, Kaunas,  
 Lithuania  
 Telefon: +37 (0) 372 61 582  
 e-mail: arturas.sarkinas@etibaltus.lt

● **ETI Branch in Russia**  
 121609 Russian Federation, Moscow,  
 Rublevskoe shose 36/2,  
 Office 321  
 Tel. / Fax: +7 095 415 42 29  
 http://www.etimoskva.ru

● **ETI HU KFT**  
 1131 Budapest, Rokolya utca 25  
 Hungary  
 e-mail: eti@eti-hu.hu  
 http://www.eti-hu.hu

● **ETI Bulgaria Ltd.**  
 1309 Sofia  
 205 Alexandar Stamboliyski Blvd,  
 flor 1, office 27  
 tel./fax. +359 (0)2 81 264 93  
 e-mail: office@eti.bg  
 www.eti.bg

Главный офис:

● **ETI d.d.**  
 Obrezija 5,  
 1441, Izlake, Slovenia  
 Phone: +386 3 56 57 570  
 eti@eti.si

Совместное предприятие:

● **ITALWEBER S.p.A.**  
 Via Risorgimento, 84  
 20017 Rho (MI) - Italia  
 Telefon: +39 (2) 939 771  
 www.italweber.it  
 http://www.italweber.it

Концерн ETI



ООО "ЕТІ Україна"  
04128, г. Киев, ул. Ак. Туполева, 19  
тел.: +38 (044) 494-21-80  
факс: +38 (044) 494-21-82  
office@eti.ua      www.eti.ua