

Ограничение перенапряжений

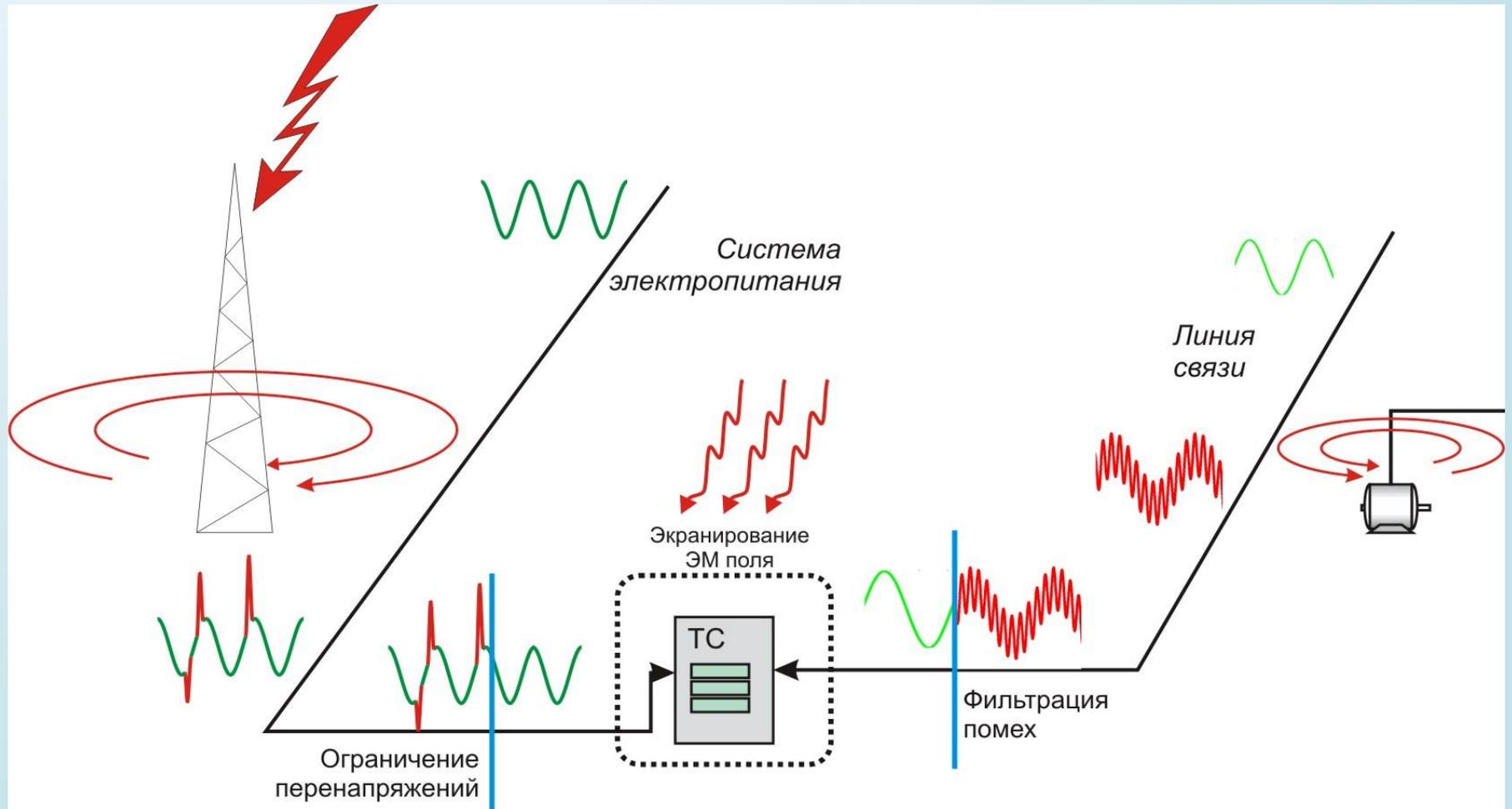
Лекция № 4

по курсу

Электромагнитная совместимость
в электроэнергетике

Нестеров С.В.

Мероприятия по снижению помех



Импульсные перенапряжения
в цепях электропитания

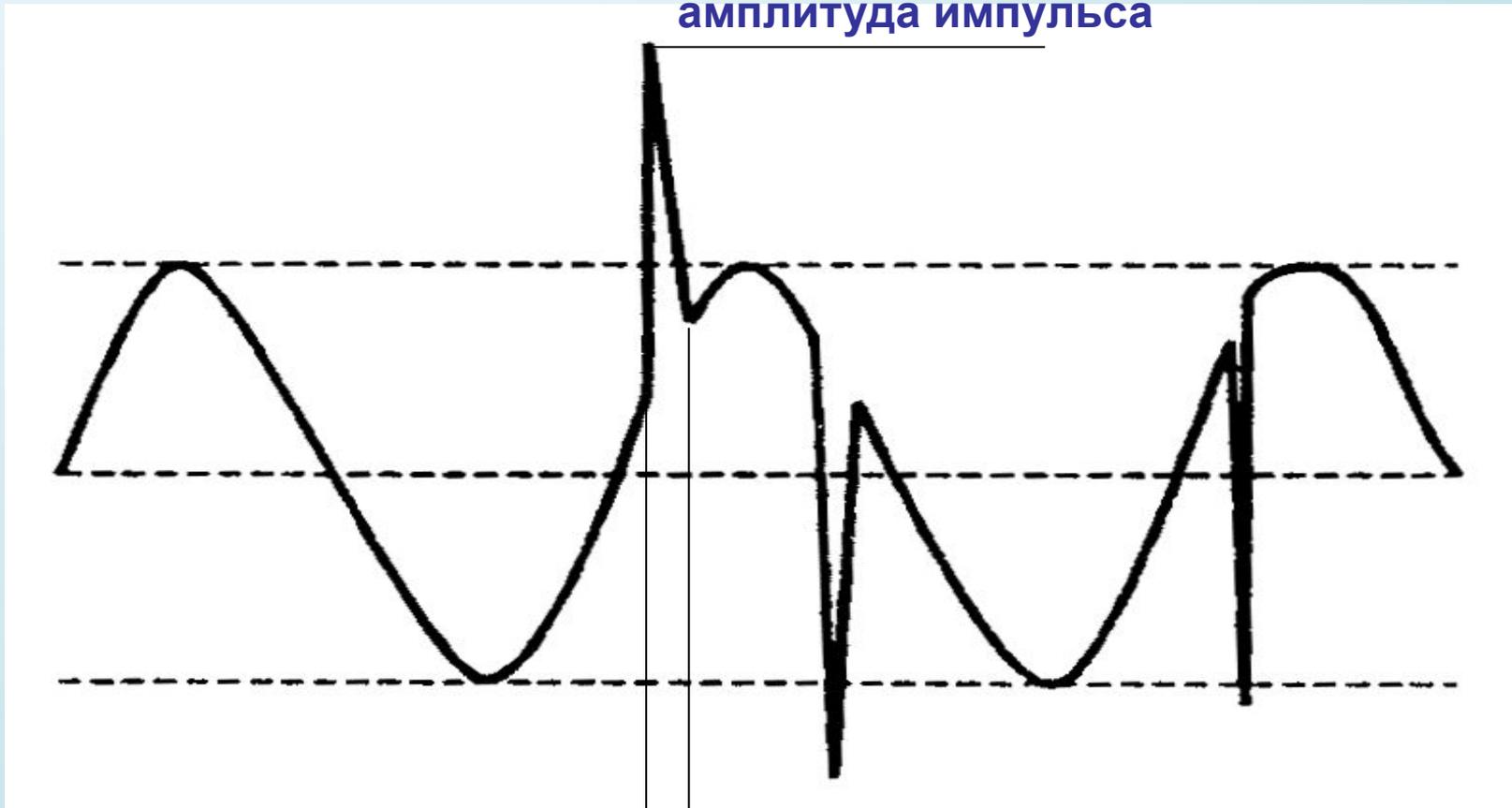
Высокочастотные помехи
в сигнальных цепях

ГОСТ 13109-97

НОРМЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

- **импульс напряжения** - резкое изменение напряжения в точке электрической сети, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня за промежуток времени до нескольких миллисекунд;
- **амплитуда импульса** - максимальное мгновенное значение импульса напряжения;
- **длительность импульса** - интервал времени между начальным моментом импульса напряжения и моментом восстановления мгновенного значения напряжения до первоначального или близкого к нему уровня;

амплитуда импульса



длительность импульса

Грозвые микросекундные импульсные перенапряжения возникают:

- при непосредственном ударе молнии в наружную цепь
- при косвенном ударе молнии (образующееся при этом электромагнитное поле индуцирует напряжение в проводниках цепей)
- при ударе молнии в грунт создается разность потенциалов в системе заземления

Коммутационные импульсы перенапряжения появляются в результате:

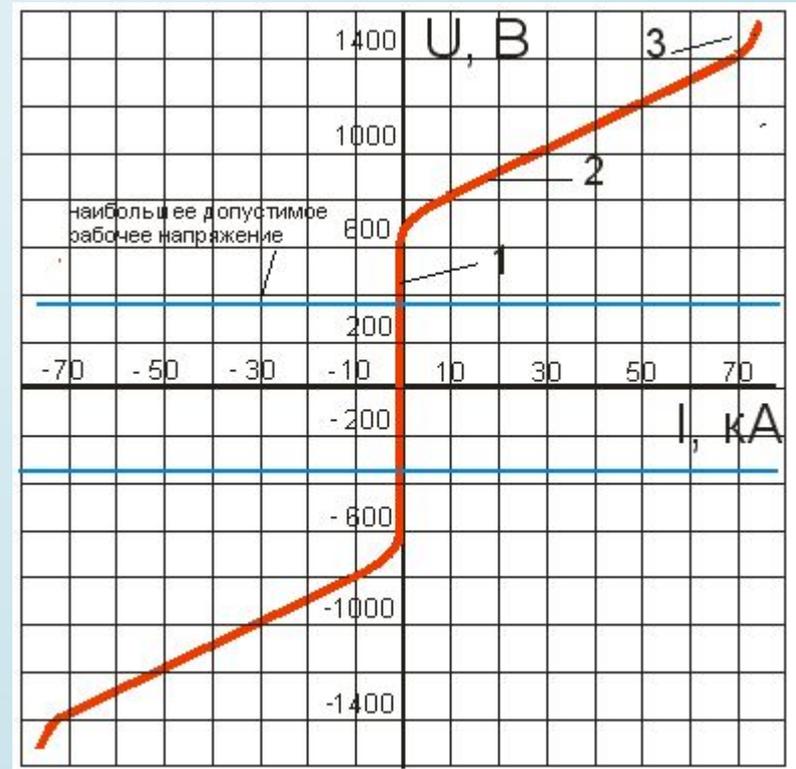
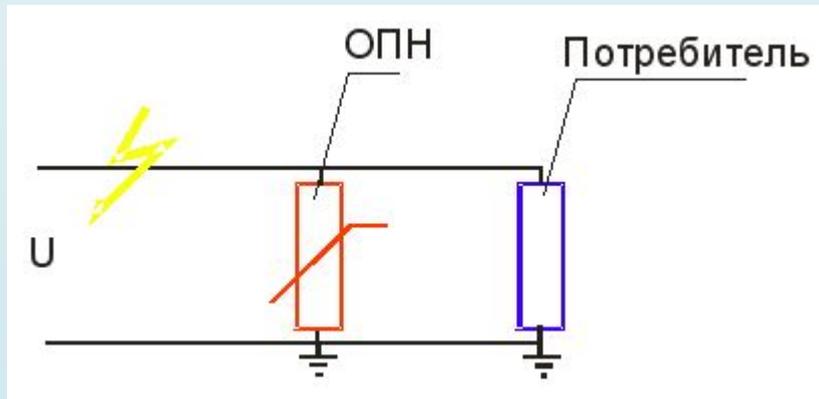
- переключений в мощных системах энергоснабжения
- переключений в системах электроснабжения в непосредственной близости от электроустановок зданий
- резонансных колебаний напряжения в электрических сетях при работе тиристорных и симисторных устройств
- повреждений в системах, например, при коротких замыканиях на землю

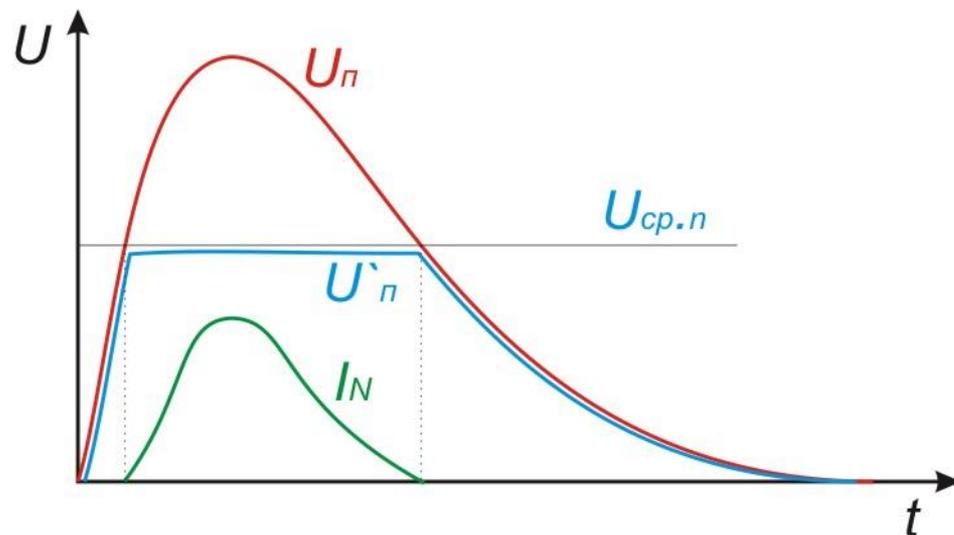
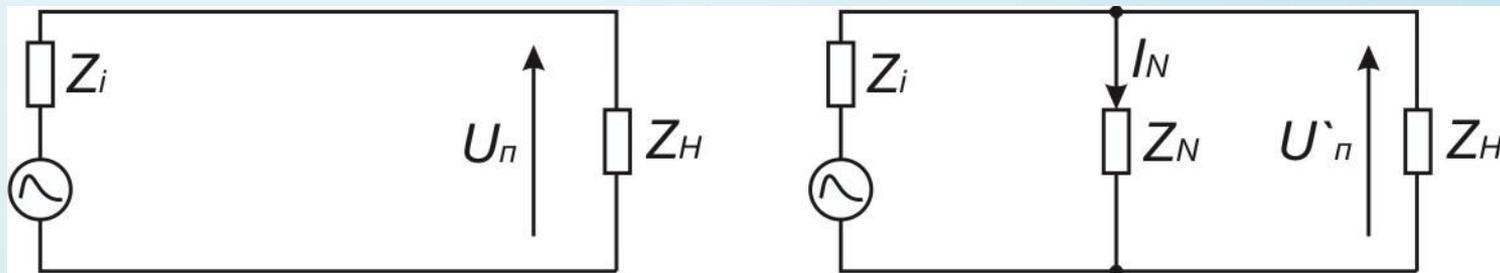
Устройство для защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Устройство, которое предназначено для ограничения переходных перенапряжений и отвода импульсов тока.

Варистор

- резистивный элемент с резко выраженной нелинейной ВАХ. Обладают сильной зависимостью сопротивления от приложенного напряжения. Изготавливаются преимущественно из оксида цинка (ZnO).

Ограничение перенапряжений при помощи нелинейного сопротивления

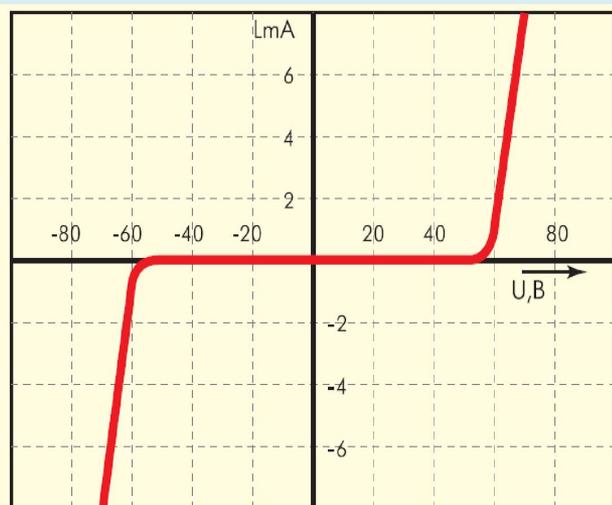




Варисторы

Достоинства варисторов – отсутствие времени запаздывания при срабатывании.

Недостатки варисторов – значительная внутренняя емкость (десятки-сотни нФ), что неприемлемо для цепей передачи высокочастотных сигналов.



Вольт –амперная характеристика в рабочей области приближенно описывается выражением:

$$I = K U^\alpha.$$

Коэффициент K зависит от размеров (диаметра и толщины диска), а показатель степени α ($\alpha > 25$) зависит материала варистора.

Энергия, поглощаемая варистором:
$$W = \int_0^\tau i(t)u(t)dt$$

Разрядник

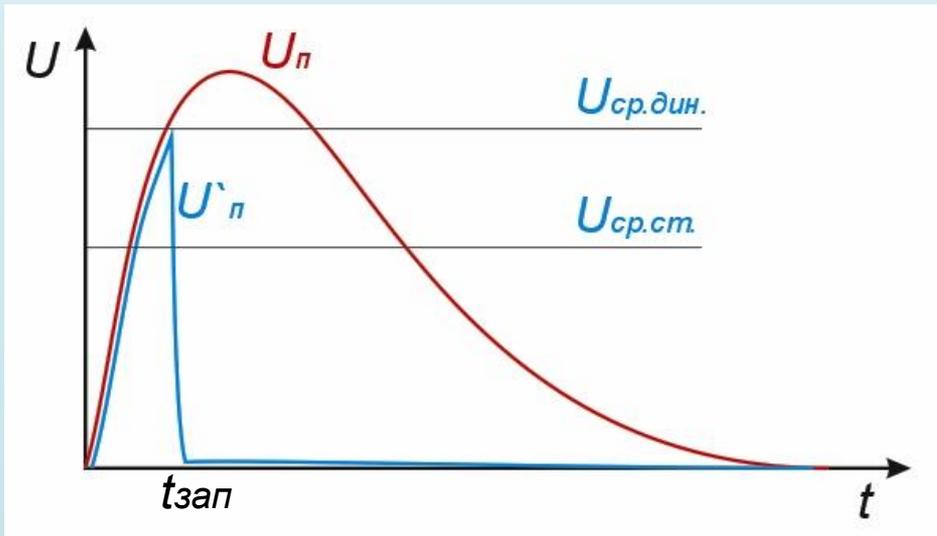
Представляет собой устройство из двух токопроводящих пластин с калиброванным зазором.

При существенном повышении напряжения между пластинами возникает дуговой разряд, обеспечивающий снижение напряжения высоковольтного импульса.

Разрядники

Достоинства разрядников – малая межэлектродная емкость, способность пропускать большие импульсные токи.

Недостатки разрядников – запаздывание срабатывания при большой крутизне фронта импульса перенапряжения (отличие динамического напряжения пробоя от статического). Возможность горения дуги после срабатывания если напряжении сети больше напряжения горения дуги.



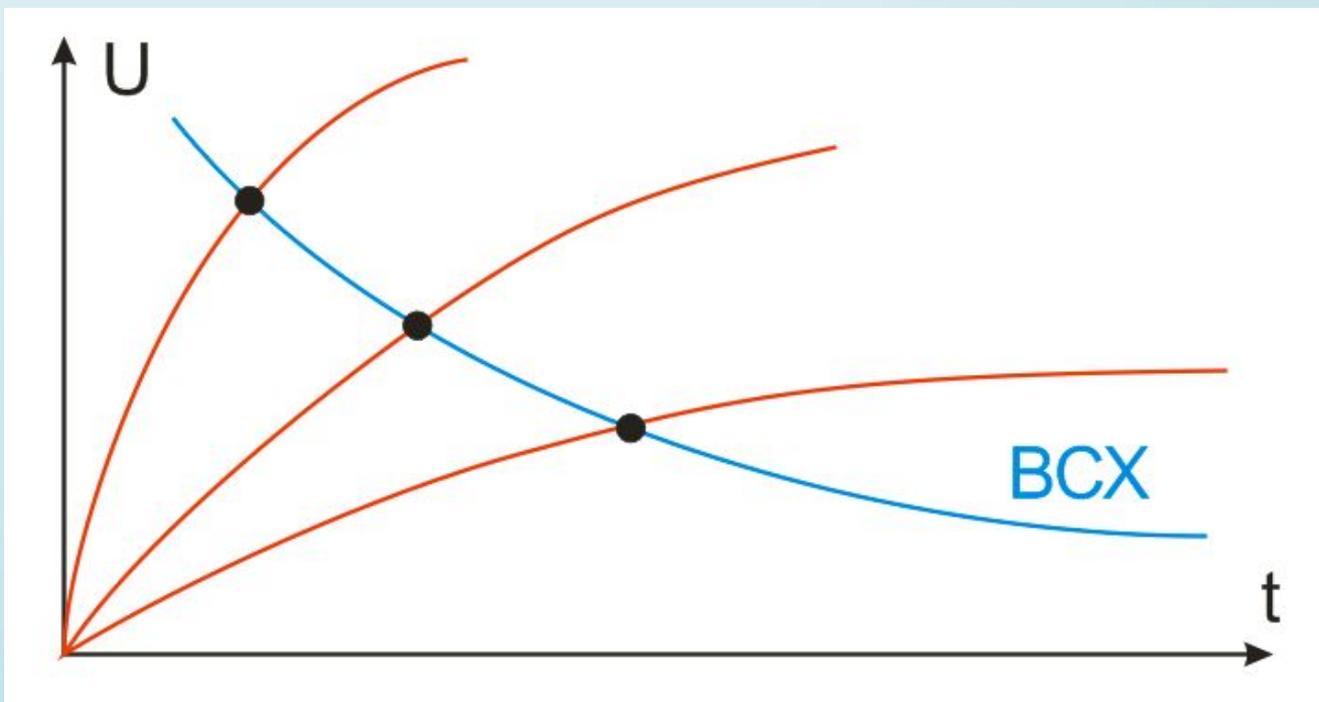
Реакция разрядника
на импульсное напряжение



Малогабаритные разрядники
фирмы EPCOS

Вольт-секундная характеристика

- вольт-секундная характеристика разрядного промежутка - кривая зависимости пробивного напряжения от скорости нарастания напряжения
- ВСХ разрядника должна лежать ниже ВСХ изоляции защищаемого устройства



Статическое напряжение срабатывания

Напряжение, при котором в результате медленного повышения напряжения происходит зажигание дуги в разряднике.

Динамическое напряжение срабатывания

Уровень, при котором газовый разрядник срабатывает в результате быстрого увеличения напряжения.

В соответствии с требованиями национальных и международных стандартов ITU-T K.12 и IEC 6164-1 используются уровни возрастания напряжения **100 В/мкс** и **1 кВ/мкс**.

Напряжение срабатывания увеличивается с увеличением крутизны фронта импульса

Полупроводниковые ограничители

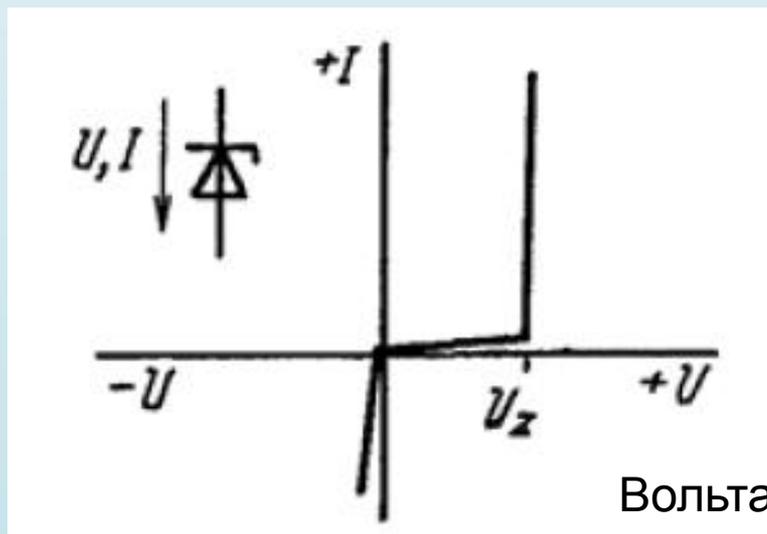
- помехоподавляющие диоды
- стабилитроны

При превышении рабочего напряжения происходит обратимый лавинный пробой диода, в результате чего он переходит в состояние с низким динамическим сопротивлением

Полупроводниковые ограничители

Достоинства полупроводниковых ограничителей – отсутствие времени запаздывания при срабатывании, сравнительно малая емкость.

Недостатки полупроводниковых ограничителей – ограниченный диапазон рабочих напряжений и токов.



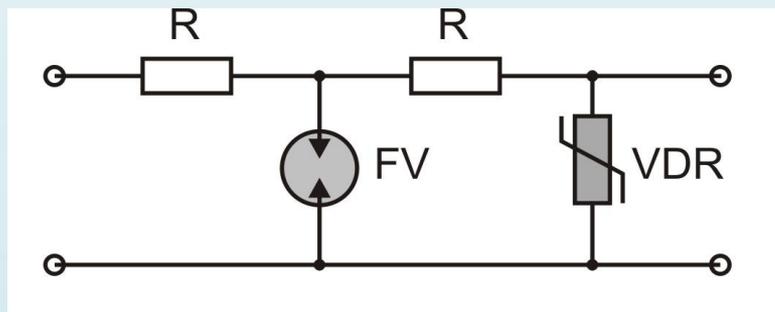
Вольтамперная характеристика стабилитрона

Основные характеристики ограничителей напряжения

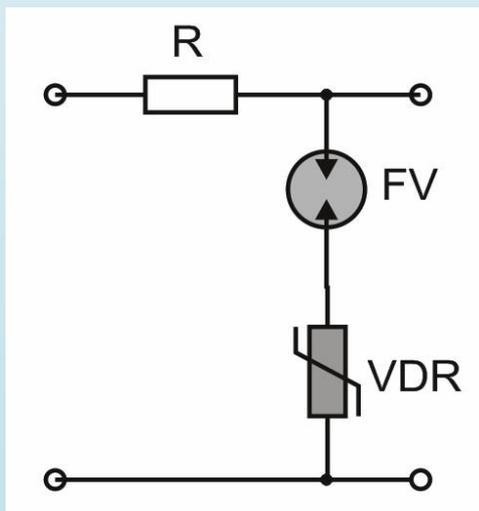
Характеристики	Диапазон значений для различных ограничителей		
	Разрядники	Варисторы	Полупроводниковые ограничители
Рабочие напряжения, В	$10^2 \dots 4 \cdot 10^4$	$10^1 \dots 5 \cdot 10^3$	3... 600
Импульсные токи, А	$10^2 \dots 2 \cdot 10^5$	$10^2 \dots 10^5$	$10^1 \dots 10^3$
Время срабатывания, с	$10^{-6} \dots 10^{-5}$	$10^{-9} \dots 10^{-8}$	$10^{-11} \dots 10^{-9}$
Межэлектродные емкости, пФ	2 ... 30	200 ... 20000	10 ... 10000

Комбинированные схемы ограничения перенапряжений

Сочетают в себе достоинства отдельных элементов



Ступенчатый фильтр разрядник – варистор. Достоинства – большая поглощаемая энергия, малое остающееся напряжение на выходе фильтра.



Последовательное включение разрядника и варистора с целью исключения горения дуги в разряднике после его срабатывания.

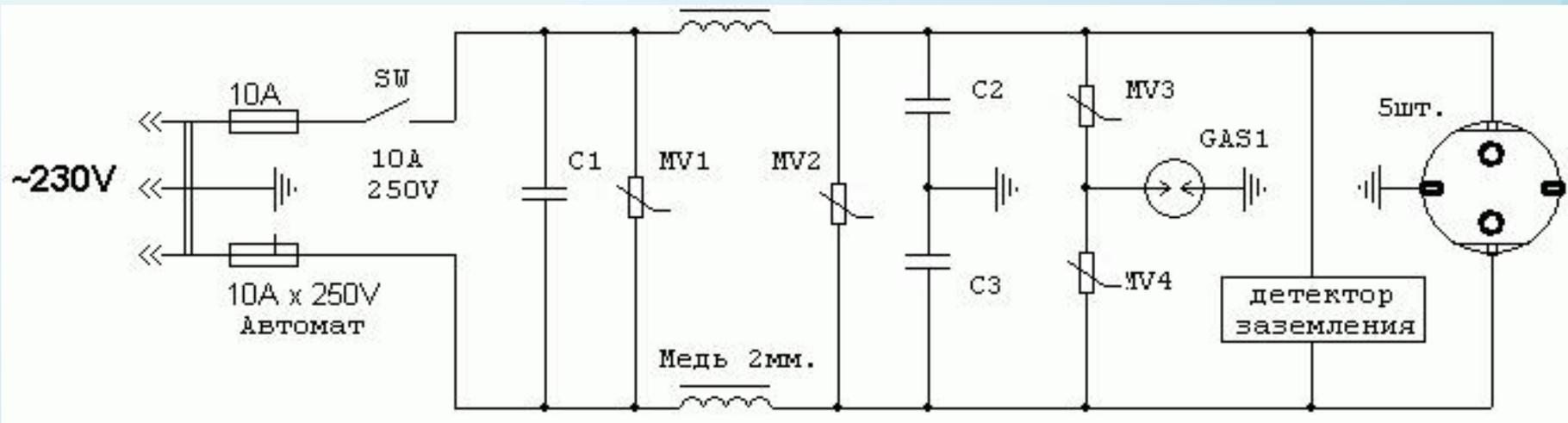


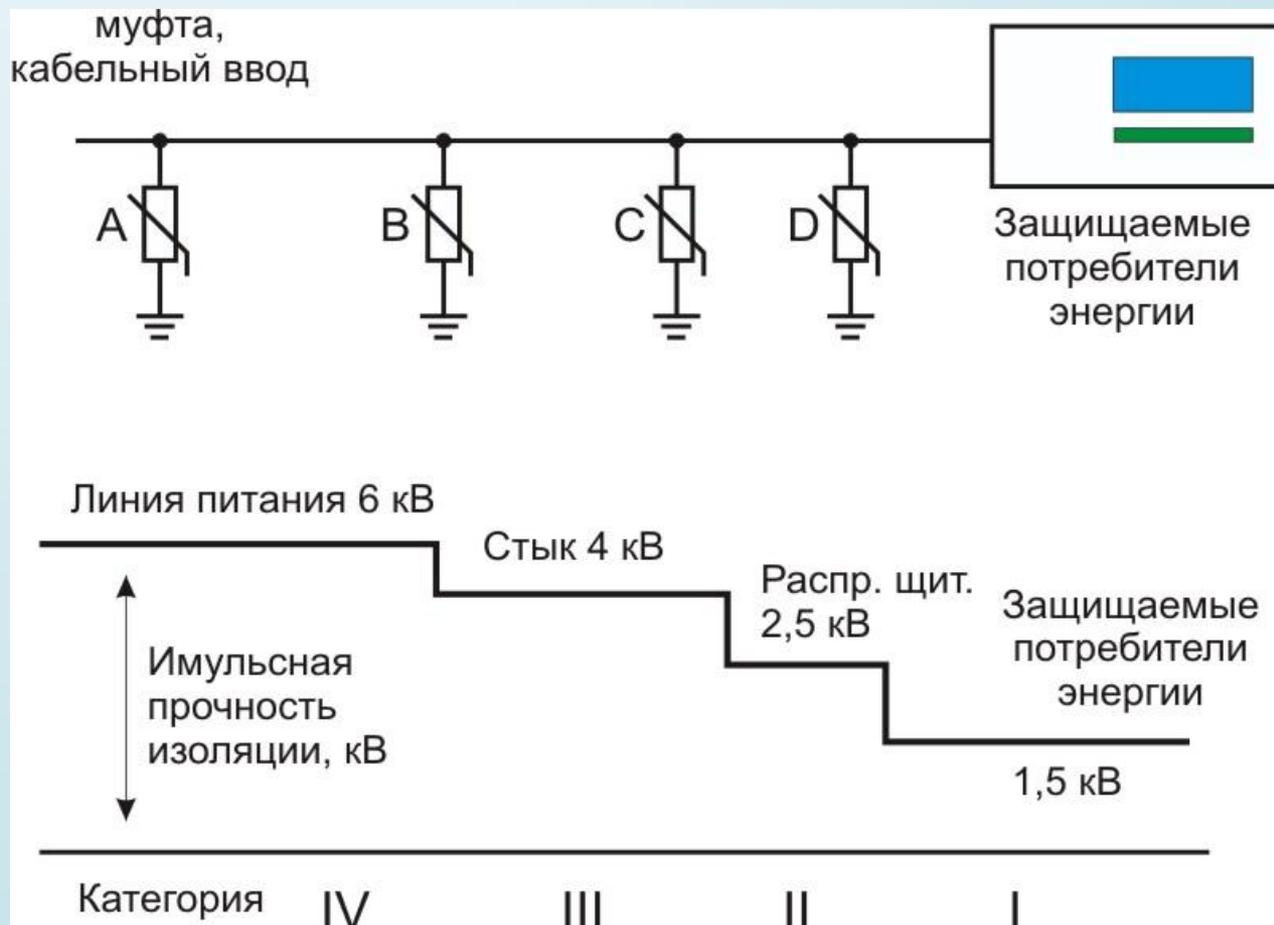
Схема сетевого фильтра APC E25-GR

Предназначен для защиты цепей электропитания компьютеров, периферии и другой электронной аппаратуры от:

- импульсных перенапряжений и выбросов тока, возникающих в результате коммутации и работы промышленного оборудования
- высокочастотных помех, распространяющихся по сетям электропитания
- импульсных перенапряжений, возникающих в результате грозовых разрядов

Зонная концепция защиты приемников электроэнергии от перенапряжений

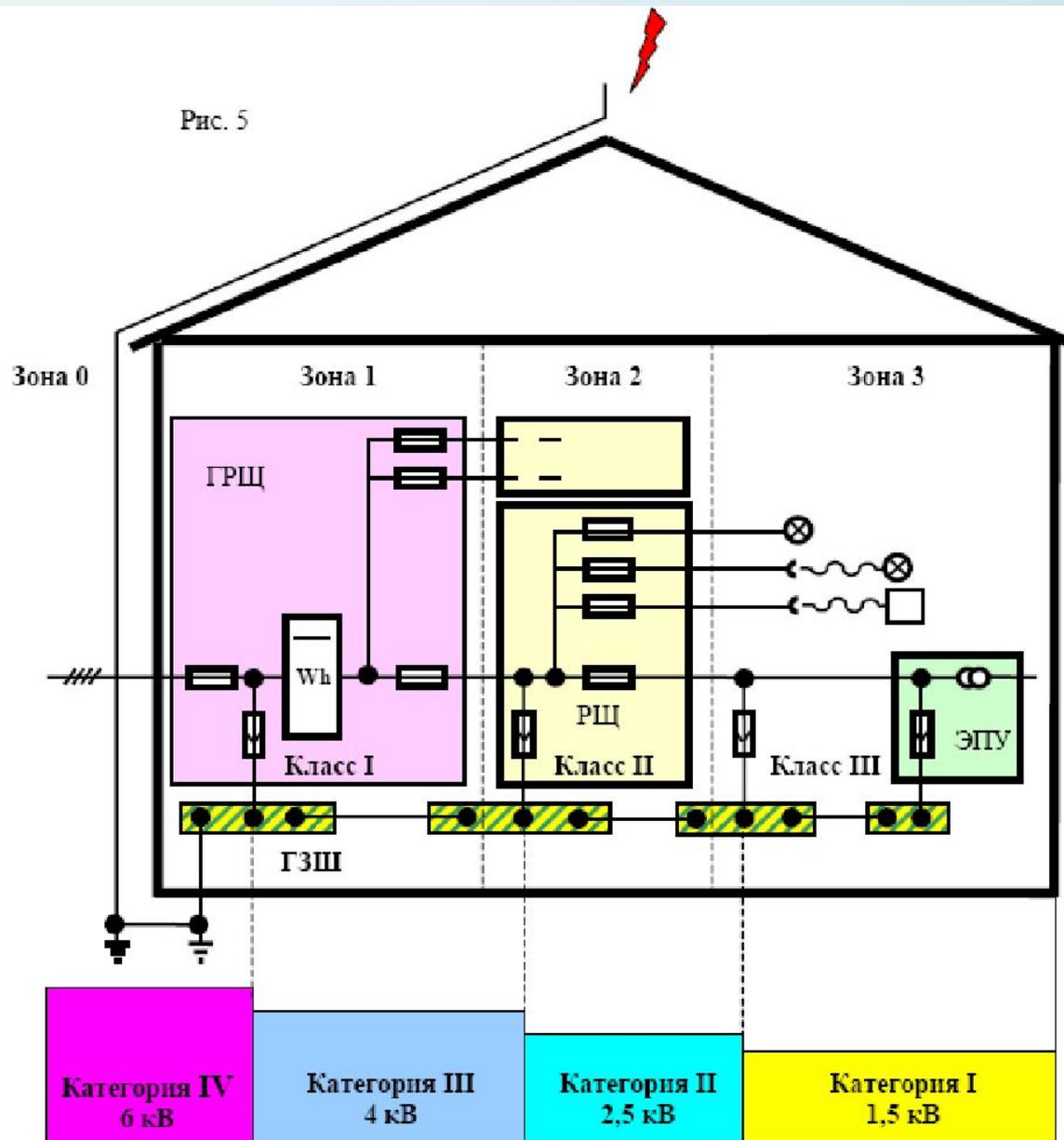
Эта концепция предусматривает одноступенчатую защиту вне помещений и трехступенчатую схему включения защитных устройств внутри помещения.

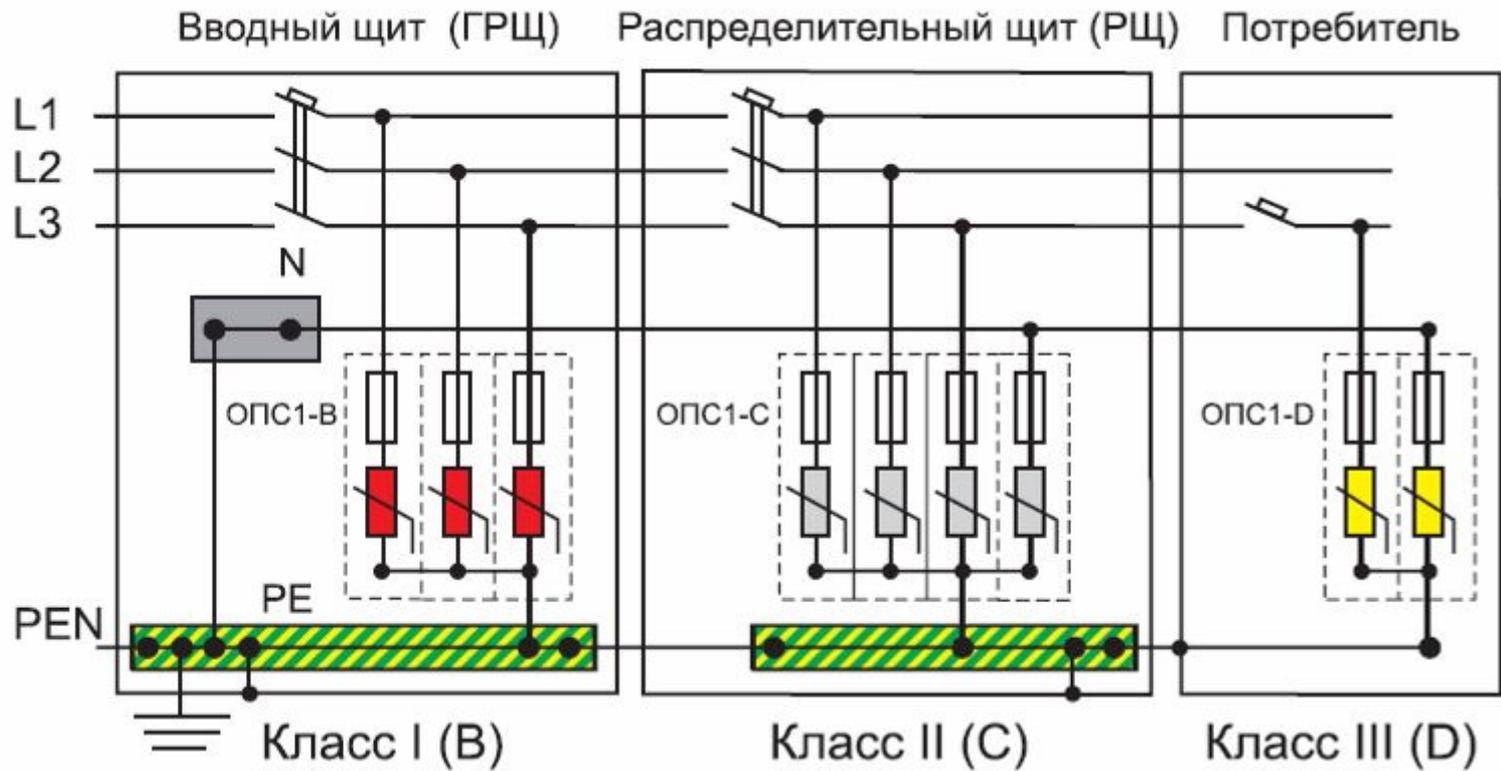


КЛАССИФИКАЦИЯ УЗИП В СООТВЕТСТВИИ С ЗОННОЙ КОНЦЕПЦИЕЙ

- **Группа А** Ограничители этой группы предназначены для защиты устройств и сетей низкого напряжения от перенапряжений, возникающих вследствие попадания разрядов в объекты, находящиеся рядом с воздушными линиями электропередачи или прямо в линию на большом расстоянии от места установки этих ограничителей.
- **Группа В (Класс I в России)** Ограничители группы В - это первая степень защиты внутри объекта. Главная их задача -ограничение перенапряжений до уровня 4 кВ.
- **Группа С (Класс II в России)** Главной задачей ограничителей группы С (вторая степень защиты) является уменьшение перенапряжения, пропущенного через ограничители группы В и значение которого все еще велико для защищаемых устройств. Допускаемый уровень перенапряжения не более 2,5 кВ.
- **Группа D (Класс III в России)** Ограничители группы D предназначены для точной защиты потребителей, особенно чувствительных к коротким перенапряжениям и устойчивость изоляции которых не превышает 1,5 кВ.

Рис. 5





Деление электропроводки на категории по перенапряжению

Категория IV - относится к устройствам, находящимся в первой части электропроводки: линии питания главных щитов, для которых импульсная устойчивость изоляции должна быть не менее 6кВ (ввиду прямого риска атмосферного перенапряжения или других видов перенапряжений).

Категория III - относится к устройствам и частям электропроводки (например, соединениям), подвергаемым опасности: атмосферных перенапряжений, сниженных ограничителями перенапряжения (типа А), установленными в первой части электропроводки; Защищаемые потребители энергии ETITEC D - перенапряжений от включения и выключения электрических устройств большой мощности.

Категория II - относится к устройствам, запитанным из распределительных щитов, подвергнутых риску атмосферных перенапряжений, сниженных ограничителями типа В.

Категория I - относится к таким частям электропроводки, в которых уровень перенапряжений определен ограничителями типа С.

Вопросы к зачету

1. Ограничение перенапряжений. Элементы УЗИП, их характеристики, достоинства и недостатки.
2. Зонная концепция ограничения перенапряжений. Классы УЗИП и категории электропроводки.

Спасибо за внимание !