

Выбор УЗИП для главных цепей на основе упрощенных критериев.

Выбор класса УЗИП представляет собой задачу, которая может быть решена сравнением данных производителя и результатов моделирования электромагнитной обстановки реально существующего или проектируемого объекта. Не всегда возможно провести точную оценку ожидаемых воздействий с применением аппаратных средств и специализированного ПО. Причиной является высокая стоимость программ, затраты на обучение и аттестацию персонала, лицензирование. Если заказчик хочет быть уверенным в результате, полностью делегировать ответственность, придать документу официальный статус, который позволяет включить его в состав проектно-сметной документации, то без сотрудничества с организациями, предоставляющими услуги по разработке раздела ЭМС, не обойтись. Но для качественного выбора УЗИП есть и другой вариант. Сделать упрощенный расчет теперь возможно, благодаря вступлению в силу на территории РФ стандартов, содержащих понятные рекомендации, численные значения переменных, поправочные коэффициенты и формулы. Опираясь на приведенные данные и пользуясь справочными таблицами, покажем на примере, как определить параметры и класс УЗИП для главной цепи.

Может возникнуть вопрос, а как быть с рекомендациями и документами, которые определяют конкретный класс УЗИП и место его установки. Отвечу, что даже у УЗИП одного типа разброс параметров достаточно велик, каждый класс представлен в каталоге несколькими моделями устройств с отличающимися характеристиками. Ни один стандарт, унифицированные проектные решения или методические указания не в состоянии охватить все ситуации применения и установки УЗИП и специалисту неплохо владеть общей методикой, которая позволит ориентироваться в любой ситуации.

Указания по установке УЗИП определенных классов, которые встречаются в различных нормативах и ведомственных стандартах, в данной статье не рассматриваются. Цель - объяснить алгоритм выбора. Правильное следование идеи выбора, наверняка, приведет Вас к аналогичному результату (совпадению) по классу устройства УЗИП, приведенного в стандартах.

Основным источником повреждения является удар молнии. Кроме механических и термических воздействий ток молнии создает мощные импульсы перенапряжений, которые могут быть причиной повреждения систем, включающих оборудование связи, управления, автоматики, вычислительные и информационные устройства и т.п. В зависимости от положения точки поражения молнией относительно рассматриваемого здания или сооружений должны быть учтены следующие ситуации (S):

- S1 удар молнии в здание (сооружение), систему молниезащиты – импульс тока формы 8/20 мкс, в некоторых случаях 10/350 мкс

отказ или сбой внутренних систем из-за электромагнитного импульса удара молнии

- S2 удар молнии вблизи здания (сооружения) – импульс тока формы 8/20 мкс

отказ или сбой внутренних систем из-за электромагнитного импульса удара молнии

- S3 удар молнии в линии коммуникации здания (сооружения) импульс тока формы 10/350 мкс

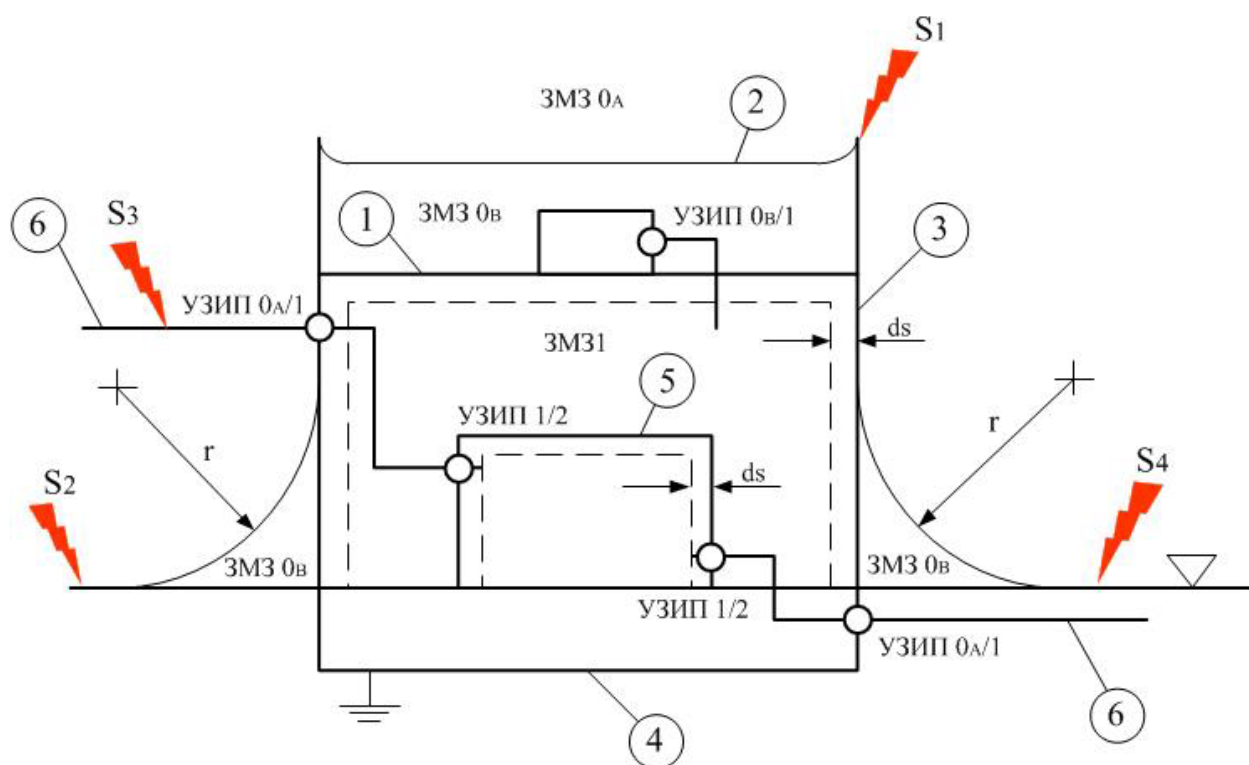
отказ или сбой внутренних систем из-за перенапряжений в линиях

- S4 удар молнии вблизи линий коммуникаций здания (сооружения) импульс тока формы 8/20 мкс

отказ или сбой внутренних систем из-за перенапряжений в линиях.

Скачки напряжения формы 10/350 мкс следует рассматривать на границе зоны молниезащиты 0/1.

Скачки напряжения формы 8/20 мкс следует рассматривать в зоне 1 или на границе зоны молниезащиты 1/2.



№	Обозначение	Символ	Обозначение
1.	- Здание (сооружение)	▽	- Уровень земли
2.	- Система молниезащиты	○	- Места установки УЗИП на границе зон МЗ
3.	- Система токоотводов	ds	- Зазор(стена), ослабляющий влияние магнитного поля
4.	- Система заземления	r	- Радиус фиктивной сферы
5.	- Внутреннее помещение с оборудованием	S1	- Удар молнии в здание (сооружение), систему МЗ
6.	- Вводы коммуникаций	S2	- Удар молнии вблизи здания
		S3	- Удар молнии в линии коммуникации здания
		S4	- Удар молнии вблизи линий коммуникаций

Рис. 1. Анализ риска, зонавая концепция защиты, места установки УЗИП.

Построение зонавой концепции, иллюстрирующие размещение УЗИП на границе зон молниезащиты, приведено в СО-153-34.21.122 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» (Рис.4.1), ГОСТ Р МЭК 61643-12-2022 «УЗИП в низковольтных распределительных системах. Принципы выбора и применения» (Приложение «J», Рис. J11), ГОСТ Р МЭК 62305-1 «Менеджмент риска. Защита от молнии» (рис.3). Данные приложения, однако, не указывают класс УЗИП, а дают общее представление о размещении защит. Размещение с указанием класса УЗИП согласно зонавой концепции приведено только в СТО Газпром 2-1.11-290-2009. Всякий раз, когда устанавливаются УЗИП, создается новая зона защиты.

Концепция предполагает, что наведенные представляющие опасность параметры, вызываемые коммутациями в силовых распределительных системах и прямыми/непрямыми ударами молнии, уменьшаются поэтапно от незащищенных средств до защищаемого чувствительного оборудования. Эффективная защита от импульсных перенапряжений, вызывающих отказы внутренних систем, может быть достигнута посредством применения изолирующих средств и/или системы защитных устройств от импульсных перенапряжений, ограничивающей скачки напряжения до максимально выдерживаемого для защищаемых компонентов. При установлении параметров проводников устройств защиты, коммутационных аппаратов в цепи УЗИП, клеммных зажимов следует руководствоваться теми же принципами определения скачков напряжения. УЗИП выбираются, и устанавливаются так, чтобы ток молнии был в основном отведен в систему заземления на границе зон 0 и 1. Предпочтительными местами установки УЗИП являются границы зон 0/1 и зон 0/1/2 соответственно, расположенные на входе в здание.

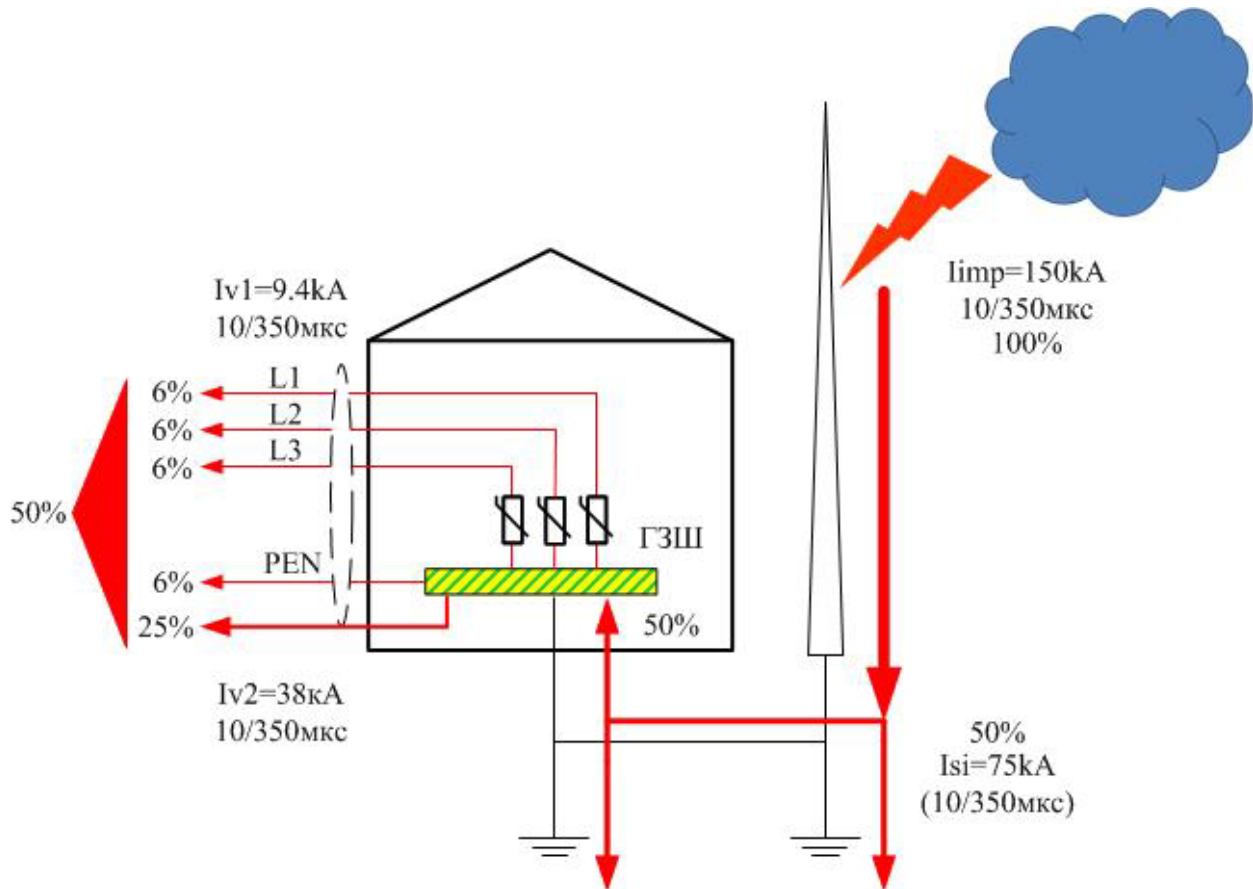


Рис.2. Оценка токов растекания

Первый шаг – выполнить оценку токов растекания в точке установки УЗИП, определить класс устройства. В стандарте ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 и СО-153-34.21.122 установлены четыре уровня защиты от молнии (I-IV). Для каждого уровня защиты определены фиксированные максимальные и минимальные параметры тока молнии. Они могут быть использованы для проектирования компонентов защиты от молнии (например, при выборе поперечного сечения проводников, устройств защиты от импульсных перенапряжений, безопасного расстояния на случай искрения), и определяют параметры, моделирующие воздействие тока молнии на такие компоненты, служат отправной точкой в выборе УЗИП.

При уходе в землю ток молнии делится между наземной системой заземления открытыми проводящими частями и линиями коммуникаций непосредственно или через УЗИП, связанных со зданием. В случае прямого попадания молнии в здание при наличии контура заземления или в молниезащитную систему можно допустить, что 50% общего грозового тока (I) входит в заземленную оконечность системы грозозащиты или заземления рассматриваемого сооружения. Другие 50% тока (I_s) распределяются среди входящих в сооружение линий обслуживающих систем, например, внешние проводящие части, силовые электрические и коммуникационные линии и т.д. Значение тока в каждой обслуживающей системе (I_i) может быть оценено по $I_i = I_s/n$, где n – число обслуживающих систем. Для оценки тока I_v в каждом отдельном проводнике неэкранированного

кабеля кабельный ток I_i делят на число проводников m , тогда $I_v = I_i/m$ по ГОСТ Р МЭК 61643-12. У экранированного кабеля основная часть (до 50%) разрядного тока протекает по экрану.

Полученные в результате оценки токи растекания применительно к УЗИП должны быть выше на 20-30% для учета возможной неравномерности растекания. Токи растекания определяют входные параметры УЗИП – те значения токов молнии, которые он должен выдерживать в месте установки. Проверяем, и уточняем полученные значения для места установки УЗИП и источника повреждения по таблице Е.2 приложения ГОСТ Р МЭК 62305-1.

Шаг второй – рассчитать выходные параметры УЗИП, а именно обеспечить его координацию с электроустановкой и далее с защищаемым оборудованием. Под координацией с электроустановкой в общем случае следует понимать значения номинального напряжения сети, способ заземления нейтрали источника питания, ожидаемые перегрузки в режиме повреждения и аварии в электроустановке.

Шаг третий - координация с защищаемым оборудованием означает, что уровень импульсной стойкости изоляции защищаемого оборудования или его части заявленный производителем не будет превышен во всем ожидаемом диапазоне амплитуд и длительности воздействий. В случае отсутствия данных производителя руководствуемся ГОСТ Р 50571-4-44-2019 (МЭК 60364-4-44-2007) «Электроустановки низковольтные часть 4-44. Защита для обеспечения безопасности. Защита от резких отклонений напряжения и электромагнитных возмущений». Выбираем уровень напряжения защиты U_p минимально возможный для токов растекания, рассчитанных в первой части.

Пример расчета покажем для объекта «Установка подготовки газа», для которого можно сразу определить II категорию молниезащиты по Р Газпром 2-6 2-676-2012 «Методика и порядок расчета системы молниезащиты объектов ПАО «Газпром». Согласно СТО ПАО «Газпром» НТП 1.8-001-2004 подстанции и распределительные устройства для приема электроэнергии от источника внешнего электроснабжения и распределения ее по потребителям месторождений, применяются в блочно-комплектном исполнении повышенной заводской готовности, или могут быть размещены в отдельно стоящих зданиях. КТП 10(6)/0,4кВ изготавливаются в двухтрансформаторном исполнении с автоматическим включением резерва (АВР) на секционном выключателе. Канализация электроэнергии по территории промплощадок осуществляется по кабельным линиям, прокладываемым в кабельных каналах, по кабельным и технологическим эстакадам и частично в земле. Предусматривается наружное освещение, светограждение, электрообогрев. Напряжение низковольтной сети принято 380/220В, с глухо заземленной нейтралью, питанием силовых и осветительных нагрузок от общих трансформаторов. Релейная защита и автоматика агрегатов собственных электростанций и системных подстанций, включая технологические ЗРУ 6-10 кВ, общеподстанционные устройства и автоматизированный учет электроэнергии предусматривается с использованием микропроцессорной техники. Устройства молниезащиты (МЗ) проектируются в соответствии с инструкцией РД 34.21.122-87, Р Газпром 2-6 2-676-2012. Защита от ПУМ в здания и сооружения второй категории выполняется отдельно стоящими молниеотводами, стержневыми молниеотводами с контуром заземления, соединенным с контуром объекта, или установленными на защищаемом объекте стержневыми, тросовыми молниеотводами. Для объектов первой и второй категорий молниезащиты металлическая сетка, уложенная на крыше, может использоваться как

дополнительное средство молниезащиты. Установка молниеприемников не требуется для зданий и сооружений с металлическими фермами при условии, что в их кровле используются несгораемые или трудносгораемые утеплители и гидроизоляция. При выполнении защиты от ПУМ молниеотводами, установленными на защищаемых зданиях и сооружениях, должны быть выполнены мероприятия по защите ТС от вторичных проявлений токов молнии, протекающих по металлоконструкциям здания. Организацию системы электроснабжения, заземления, внешней молниезащиты определяем по проекту или по данным существующего объекта. Эти параметры, по существу, известны, и должны использоваться в расчетах, анализе и обосновании применения УЗИП.



Рис.3 Действующая УКПГ.

Проверяем соблюдение норм внешней и внутренней МЗ. Молниезащита выполнена отдельно стоящими молниеотводами, соединенными с контуром заземления объекта.

Определяем для II категории ожидаемые значения токов растекания. Принимаем для II категории пиковое значение тока i_{imp} , 150 кА, 10/350 мкс, источник повреждения S1 – удар в систему внешней молниезащиты объекта (см. поясняющий рис.1).

Доля тока молнии (I_s) для заземляющего устройства 75 кА, для остальных коммуникаций и линий 75 кА.

К зданию подходит небронированный 4-х жильный кабель по металлической эстакаде (см. поясняющий рис.2).

Оценим суммарный импульсный ток в линии $I_i = I_s/n = (75/2)/4 = 9,4$ кА на полюс.

Примечание:

На 2 необходимо разделить, так как 50% растекания будет происходить по эстакаде (эквивалент брони кабеля).

Уточним полученные данные для источника повреждения S1, категория молниезащиты II - 7.5 кА 8/20мкс на полюс.

Полученные данные токов растекания для включения УЗИП по схеме L-N (PEN):

Импульсный ток i_{imp} 10/350 мкс = $9.4 * 1,3 = 12,2$ кА на полюс

Разрядный ток ток $I_n 8/20 \text{ мкс} = 7.5 * 1,3 = 10 \text{ кА}$ на полюс

Определяем класс УЗИП по зоновой концепции защиты СТО Газпром 2-1.11-290-2009, ГОСТ МЭК 61643-12-2022 приложение «JK» 1.3, СО-153-34.21.122. На границе зоны грозозащиты Ов с зоной защиты 1 устанавливают УЗИП, испытанные по классу I (типичный скачок тока 10/350), и проверенные для I_n (типичный скачок тока 8/20), например УЗИП класса II. Далее рассматриваем параметры сети.

Выбираем УЗИП по номинальному напряжению (U_0) 230В, 50Гц и числу полюсов. L1, L2, L3, PEN (TN-C).

Последним действием определяем уровень защиты U_p по данным стойкости изоляции потребителей.

В случае отсутствия данных руководствуемся ГОСТ Р 50571-4-44-2019 (МЭК 60364-4-44-2007).

Как правило, все электроприборы, рассчитанные на включение в сеть ~220В имеют порог требуемой стойкости к импульсным напряжениям не менее 1,5 кВ, в сеть ~380В не менее 2,5 кВ между линейными проводниками и РЕ. Рекомендуется предусматривать запас 20% ГОСТ МЭК 61643-12-2022, выбирать УЗИП с уровнем напряжения защиты менее предела импульсной стойкости изоляции.

Выбираем УЗИП по параметрам из каталога АО «Хакель».

Результат: УЗИП SPC3.1 90 или SPC3.1 150 класса I+II соответствует данным расчета: $i_{imp}=12 \text{ кА}$, $I_n=10 \text{ кА}$, $U_0=230 \text{ В}$, 50 Гц, TN-C, $U_p < 1,5$ (с учетом наличия однофазных нагрузок). Возможно, выбрать и другие УЗИП со схожими параметрами. Например, установить 3 штуки УЗИП SPC1.1 90 класса I+II или SPC1.1 150 класса I+II.

Параметры УЗИП по ГОСТ Р 61643-11-2013 указаны на лицевой стороне каждого полюса устройства.

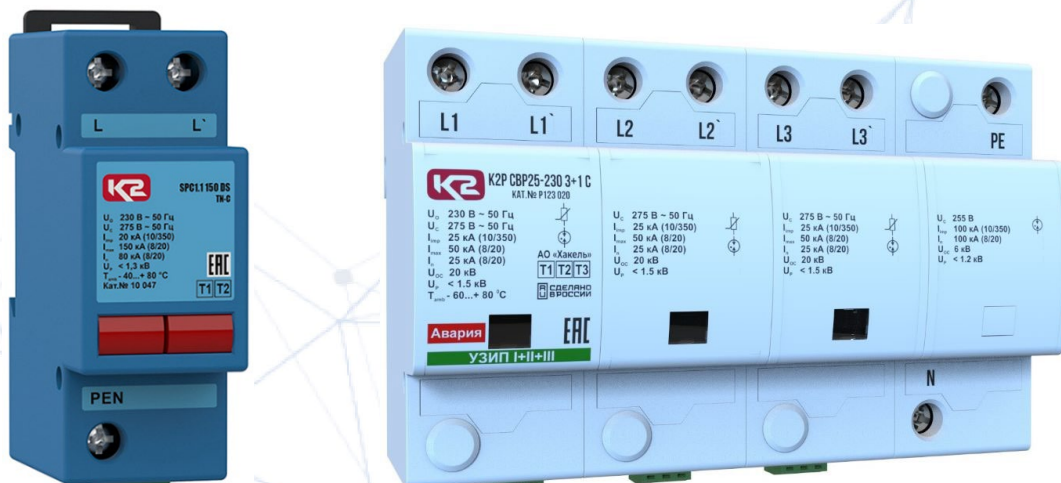


Рис.4 Маркировка устройств защиты от импульсных перенапряжений класса I+II серии SPC и класса I+II+III серии K2P CB (CBP). Информация пользователя.

УЗИП применяются в следующих случаях:

1. На вводе линий коммуникаций в здание (сооружение) (в границе молниезащиты 1)

УЗИП, проверенные для I_{imp} (типичный скачок тока 10/350), например УЗИП класса I.

УЗИП, проверенные для I_n (типичный скачок тока 8/20), например УЗИП класса II.

2. В непосредственной близости от защищаемой аппаратуры и оборудования (в границе 2 и шире)

УЗИП, проверенные для I_{imp} (типичный скачок тока 10/350), например УЗИП класса I (как устройство, предназначенное для защиты автоматических выключателей).

УЗИП, проверенные для I_n (типичный скачок тока 8/20), например УЗИП класса II.

УЗИП проверенные при воздействии сочетания различных скачков тока (типичный скачок 8/20), например, УЗИП класса III.

ГОСТ Р 50571.5.53 предлагает дополнительные рекомендации по выбору УЗИП в зависимости от разрядного и импульсного тока. Различия между прямыми ударами молнии, наведенными и коммутационными перенапряжениями, учитываются в номинальных значениях.

Если требуется применение УЗИП согласно ГОСТ Р 50571-4-44-2019 (МЭК 60364-4-44-2007), пункт 443, то их номинальный разрядный ток (I_n) должен составлять при подключении фаза – нейтраль не менее 5 кА 8/20 для каждого режима работы. Номинальный разрядный ток (I_n) между нейтральным проводником и РЕ должен составлять не менее 20 кА 8/20 в трехфазных системах и 10 кА 8/20 в однофазных. Для наведенных атмосферных и коммутационных перенапряжений это минимальные значения.

При прямых ударах молнии если текущее значение тока не может быть установлено, то значение импульсного тока (I_{imp}) должно составлять не менее 12,5 кА для каждого режима работы.

Ток грозового импульса (I_{imp}) для УЗИП, подключаемого между нейтральным проводником и РЕ должен составлять не менее 50кА 10/350 в трехфазных системах и 25 кА 10/350 в однофазных, если значение тока не может быть точно установлено. Для данных значений лучшим образом подходят УЗИП серий К2Р СВ и К2Р СВР класса I+II+III (рис.4).