

Общество с ограниченной ответственностью «Комменж»

ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ВЫБОРУ И ПРИМЕНЕНИЮ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ **УЗФЭС**

г. Санкт-Петербург,  
2019

## Содержание

1 Область применения .....	3
2 Нормативные ссылки.....	3
3 Термины и определения.....	3
4 Сокращения.....	4
5 Основные положения по выбору УЗФЭС.....	4
6 Выбор класса испытаний УЗФЭС.....	5
7 Выбор максимально длительного рабочего напряжения УЗФЭС.....	5
7.1 Пример подбора максимально длительного рабочего напряжения УЗФЭС.....	6
8 Выбор схемы соединения варисторов устройства УЗФЭС.....	7
8.1 Y-схема соединения варисторов.....	7
8.2 V-схема соединения варисторов.....	7
8.3 Последовательное соединение устройств УЗФЭС (с V-схемой) с дополнительным УЗФЭС-Д, для формирования Y-схемы.....	7
9 Варианты расположения УЗФЭС при их применении для защиты ФЭС(ФЭУ).....	8
9.1 При наличии внешней системы защиты от молнии.....	8
9.1.1 Вариант расположения УЗФЭС №1 (см. рис. 6).....	8
9.1.2 Вариант расположения УЗФЭС №2 (см. рис. 7).....	8
9.1.1 Вариант расположения УЗФЭС №3 (см. рис. 8).....	9
9.1.1 Вариант расположения УЗФЭС №4 (см. рис. 9).....	10
9.2 При отсутствии внешней системы защиты от молнии.....	11
10 Приложение А. Полная номенклатура УЗИП Комменж УЗФЭС и УЗФЭС-Д.....	13

## 1 Область применения

Инструкция предназначена для осуществления подбора устройств защиты фотоэлектрических систем (далее **УЗФЭС**), которые применяются для защиты от импульсных перенапряжений в цепях питания оборудования (инвертор, контроллер, солнечная батарея) фотоэлектрических систем (ФЭС) напряжением от 75 до 1200 Вольт постоянного тока.

## 2 Нормативные ссылки

В инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования»;

ГОСТ Р 51992-2011 (МЭК 61643-1:2005) Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 1. Устройства защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Технические требования и методы испытаний;

BS EN 61173:1995, IEC 61173:1992 Overvoltage protection for photovoltaic (PV) power generating systems;

VDE 0185-305-3 / DIN EN 62305-3 Teil 3: Blitz- und Überspannungsschutz für PV-Stromversorgungssysteme;

ГОСТ Р 51992-2011 (МЭК 61643-1:2005) Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 1.

ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010. Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы.

## 3 Термины и определения

В настоящей инструкции применены следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 устройство для защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП):** Устройство, которое предназначено для ограничения переходных перенапряжений и отвода импульсных токов. Это устройство содержит по крайней мере один нелинейный элемент.

**3.2 импульсное перенапряжение:** резкий подъем напряжения, вызванный электромагнитным импульсом удара молнии и проявляющейся в виде повышения электрического напряжения или тока до значений, представляющих опасность для изоляции или потребителя.

**3.3 максимальное длительное рабочее напряжение  $U_c$ :** Максимальное напряжение действующего значения переменного или постоянного тока, которое длительно подается на выводы УЗИП. Оно равно номинальному напряжению.

**3.4 уровни защиты от молнии:** Число, соответствующее набору значений параметров тока молнии и характеризующее вероятность того, что взаимосвязанные максимальные и минимальные значения параметров конструкции не будут превышены при воздействии молнии.

**3.5 зона защиты от молнии:** Зона, для которой установлены параметры электромагнитной среды при ударе молнии.

**3.6 внешняя система защиты от молнии:** часть общей системы защиты от молния состоящая из системы молниеприёмников, системы токоотводов и системы заземления.

**3.7 удар молнии:** Единичный электрический разряд молнии между облаком и землей.

**3.8 максимальный разрядный ток  $I_{max}$ :** Пиковое значение тока, протекающего через УЗИП, имеющего форму волны 8/20 и величину согласно испытательному циклу в рабочем режиме испытаний класса II.

## 4 Сокращения

**УЗФЭС** – устройство защиты фотоэлектрических систем

**ФЭС** – фотоэлектрическая система

**ФЭУ** – фотоэлектрическая установка

**УЗИП** – устройство защиты от импульсных перенапряжений

## 5. Основные положения по выбору УЗФЭС

Основной причиной импульсных перенапряжений в фотоэлектрических установках являются прямые удары молнии в здания/сооружения, где они размещены или солнечные батареи, а также наводки от близких и удалённых ударов молнии, межоблачных и внутриоблачных разрядов. Защита фотоэлектрической установки (ФЭУ) со стороны сети переменного тока никаких особенностей не имеет. Следует не забывать только о правильном выполнении системы уравнивания потенциалов и подключения к ней УЗИП как по переменному току, так и по постоянному току.

Выбор устройств защиты **УЗФЭС** заключается в определении следующих параметров:

- выбор класса испытания I+II, II, II+III и III;

- выбор максимального длительного рабочего напряжения ( $U_c$ ) 75, 150, 300, 420, 600, 800, 1200 Вольт;

- выбор электрической схемы соединения варисторов (устройств), Y-схема, V-схема.

**Примечание.** Одно устройство **УЗФЭС** одновременно обеспечивает защиту как линии L«+», так и линии L«-».

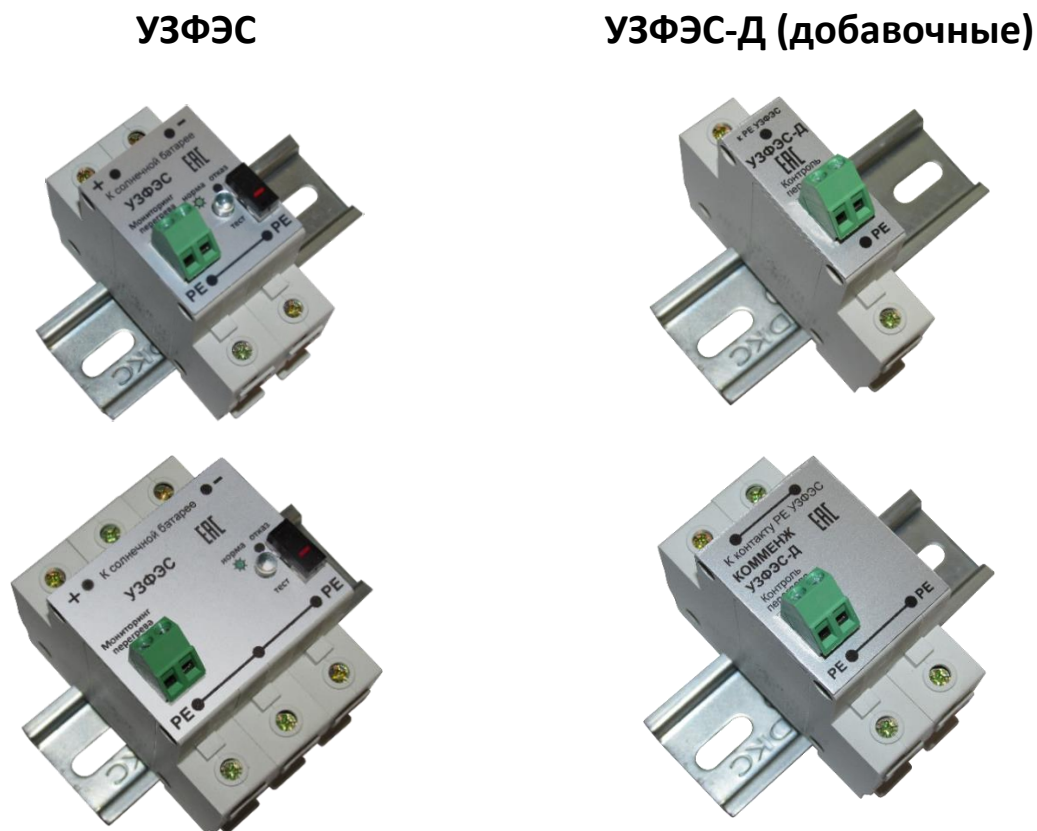


Рисунок 1. Внешний вид некоторых типов УЗИП Комменж УЗФЭС

## 6 Выбор класса испытаний УЗФЭС

При выборе необходимо в первую очередь руководствоваться ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 (см. раздел 8), который определяет: - уровни защиты от молнии; - максимальное и минимальное значение тока молнии для каждого уровня; - ожидаемый уровень помехи в зависимости от зоны защиты от молнии. То есть класс испытания УЗИП определяет зона защиты от молнии, в которой располагается фотоэлектрическое оборудование (солнечная батарея, контроллер и/или инвертор).

Выбор класса испытания УЗИП для оборудования ФЭС(ФЭУ) зависит:

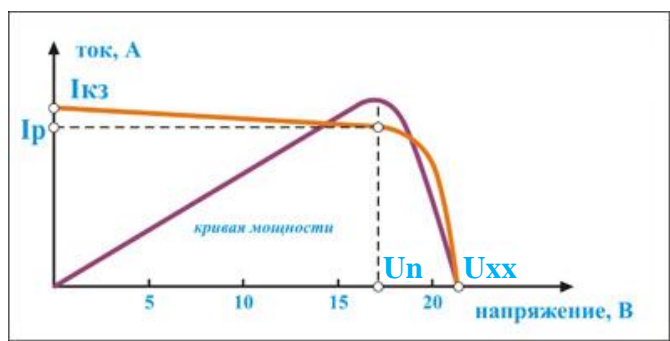
- от наличия или отсутствия внешней системы защиты от молнии (молниеприёмник, токоотвод и заземлитель) или вышестоящих объектов (деревья, здания, трубы, мачты и т.д.);
- от вероятности прямого удара молнии в объект и ожидаемого уровня помех;
- стойкости оборудования к перенапряжениям.

Если не рассматривается вероятность прямого удара молнии в объект или объект оборудован внешней системой молниезащиты, которая защищает элементы ФЭУ, то целесообразно и достаточно применения **УЗФЭС II** класса испытания, как для защиты солнечных батарей, так и для защиты оборудования (инвертор, контроллер), в ряде случаев могут дополнительно использоваться **УЗФЭС** класса II+III или III.

Если внешняя молниезащита отсутствует и возникает опасность прямого удара молнии в здание/сооружение с оборудованием ФЭУ, мачту с солнечной батареей, корпус солнечного модуля, питающий кабель, то для большей надёжности необходимо использовать **УЗФЭС I+II** класса испытания.

## 7 Выбор максимального длительного рабочего напряжения УЗФЭС

Так как ФЭС(ФЭУ) предполагает режим холостого хода, когда отсутствует всякая нагрузка на солнечную батарею, а поток солнечного света максимален, то напряжение при таком режиме  $U_{xx}$  отличается (то есть выше) от напряжения при номинальной мощности  $U_n$  примерно на 20% (см. рис. 2). Таким образом, максимальное длительное рабочее напряжение **УЗФЭС** (УЗИП) необходимо выбирать в соответствии со значением напряжения холостого хода  $U_{xx}$  солнечной батареи, а не напряжения при номинальной мощности  $U_n$ .



Точка, на вольт-амперной характеристике, в которой ток равен 0, называется напряжением холостого хода солнечной батареи или одного модуля.

Рисунок 2. Вольт-амперная характеристика солнечной батареи

Таким образом максимальное длительное рабочее напряжение ( $U_c$ ) **УЗФЭС** должно быть выше либо равно ( $U_c \geq U_{xx}$ ) напряжению холостого хода ( $U_{xx}$ ) солнечной батареи.

Линейка **УЗФЭС** охватывает диапазон рабочих напряжений от 75 Вольт до 1200 Вольт постоянного тока.

## 7.1 Пример подбора максимального длительного рабочего напряжения УЗФЭС

**Пример, выбора** для солнечной батареи с напряжением холостого хода  $U_{xx} = 600$  Вольт. Рекомендуется применять УЗИП **УЗФЭС** с максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c = 600$  Вольт, либо последовательную сборку двух УЗИП **УЗФЭС** и **УЗФЭС-Д** максимальное длительное рабочее напряжение каждого  $U_c = 300$  Вольт и при суммировании сборки имеет  $U_c = 600$  Вольт.

**Ниже указаны варианты УЗФЭС (наименование и маркировка)** с максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c = 600$  Вольт и классом испытания I+II, II, II+III, III, которые выбраны, для данного примера, из таблицы полной номенклатуры **УЗФЭС** (см. прил. А):

- класс I+II устройство защиты **Комменж УЗФЭС-1 600/120V** с максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c = 600$  Вольт и максимальным разрядным током 120кА, выполненного по **V**-схеме (см. рис. 4);

- класс II устройство защиты **Комменж УЗФЭС-2 600/80V** с максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c = 600$  Вольт и максимальным разрядным током 80кА, выполненного по **V**-схеме (см. рис. 4);

- класс II сборку двух последовательно соединённых устройств защиты **Комменж УЗФЭС-2 300/80V** и добавочного **Комменж УЗФЭС-Д 300/80** с параметрами сборки максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c = 600$  Вольт и максимальным разрядным током 80кА, сборка формирует **Y**-схему (см. рис. 5) и образует необходимое максимальное длительное рабочее напряжение при суммировании напряжений **УЗФЭС** входящих в сборку;

- класс II устройство защиты **Комменж УЗФЭС-2 600/40Y** с максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c = 600$  Вольт и максимальным разрядным током 40кА, выполненного по **Y**-схеме (см. рис. 3);

- класс II устройство защиты **Комменж УЗФЭС-2 600/40V** с максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c = 600$  Вольт и максимальным разрядным током 40кА, выполненного по **V**-схеме (см. рис. 4);

- класс II сборку двух последовательно соединённых устройств защиты **Комменж УЗФЭС-2 300/40V** и добавочного **Комменж УЗФЭС-Д 300/40** с параметрами сборки максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c = 600$  Вольт и максимальным разрядным током 40кА, сборка формирует **Y**-схему (см. рис. 5) и образует необходимое максимальное длительное рабочее напряжение при суммировании напряжений **УЗФЭС** входящих в сборку;

- класс II+III устройство защиты **Комменж УЗФЭС-2 600/15Y** с максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c = 600$  Вольт и максимальным разрядным током 15кА, выполненного по **Y**-схеме (см. рис. 3);

- класс II+III сборку двух последовательно соединённых устройств защиты **Комменж УЗФЭС-2 300/15V** и добавочного **Комменж УЗФЭС-Д 300/15** с параметрами сборки максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c = 600$  Вольт и максимальным разрядным током 15кА, сборка формирует **Y**-схему (см. рис. 5) и образует необходимое максимальное длительное рабочее напряжение при суммировании напряжений **УЗФЭС** входящих в сборку;

- класс III устройство защиты **Комменж УЗФЭС-3 600/10Y** с максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c = 600$  Вольт и максимальным разрядным током 10кА, выполненного по **Y**-схеме (см. рис. 3).

## 8 Выбор схемы соединения варисторов устройства УЗФЭС

Устройства **УЗФЭС** различаются по двум схемам соединения варисторов.

### 8.1 Y-схема соединения варисторов

На рисунке 3 показана Y-схема, в которой варисторы соединяются звездой. Устройства с данной схемой маркируются буквой «Y» в конце названия (например: **Комменж УЗФЭС-2 300/40Y**). Y-схема является наиболее распространённой для защиты оборудования фотоэлектрических систем и имеет следующие характеристики:

- обеспечивает защиту, как от синфазных, так и дифференциальных помех;
- уменьшает вероятность перегрузки УЗИП в случае повреждения изоляции солнечных батарей;
- сохраняет работоспособность и предотвращает утечку тока, если у одного из трех варисторов (блоков варисторов) снизилось квалификационное напряжение.

### 8.2 V-схема соединения варисторов

На рисунке 4 показаны варисторы соединённые по V-схема. Устройства с данной схемой маркируются буквой «V» в конце названия (например: **Комменж УЗФЭС-2 300/40V**). В основном V-схема применяется в УЗИП общепромышленного применения для защиты электропитающих установок постоянного тока.

### 8.3 Последовательное соединение устройств УЗФЭС (с V-схемой) с дополнительным УЗФЭС-Д, для формирования Y-схемы.

На рисунке 5 показана Y-схема, которая сформирована путём последовательного соединения двух устройств. Сверху расположено устройство **Комменж УЗФЭС** варисторы которого соединены по V-схеме, а снизу подключается добавочное устройство **Комменж УЗФЭС-Д**. Имеет такие же характеристики, как и у штатной Y-схемы (см. п.п. 8.1). При последовательном соединении происходит сложение максимальных длительных рабочих напряжений устройств защиты **УЗФЭС**, что позволяет расширить диапазон рабочего напряжения до 1200 Вольт и приблизить максимальное длительное рабочее напряжение устройства защиты **УЗФЭС** к напряжению холостого хода солнечной батареи.

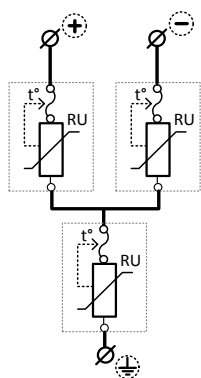


Рисунок 3. Соединение варисторов **УЗФЭС** по Y-схема.

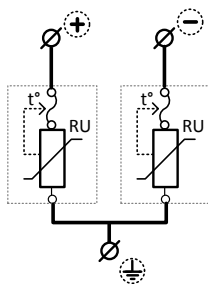


Рисунок 4. Соединение варисторов **УЗФЭС** по V-схеме

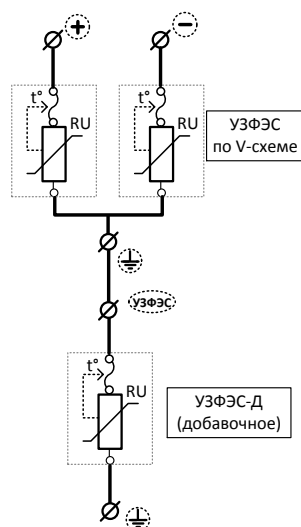


Рисунок 5. Последовательное соединения двух устройств, **УЗФЭС** с V-схемой и добавочного **УЗФЭС-Д** для формирования Y-схемы или повышения максимального длительного рабочего напряжения

## 9 Варианты расположения УЗФЭС при их применении для защиты ФЭС(ФЭУ).

### 9.1 При наличии внешней системы защиты от молнии.

#### 9.1.1 Вариант расположения УЗФЭС №1 (см. рис. 6)

Предполагает наличие внешней системы защиты от молнии (молниеприёмник). Расстояния между солнечной батареей и распределительным щитом на вводе линий L«+» и L«-» в здание/сооружение не превышает 10 метров. Расстояния между распределительным щитом на вводе в здание/сооружение и инвертором (контроллером) не превышает 10 метров.

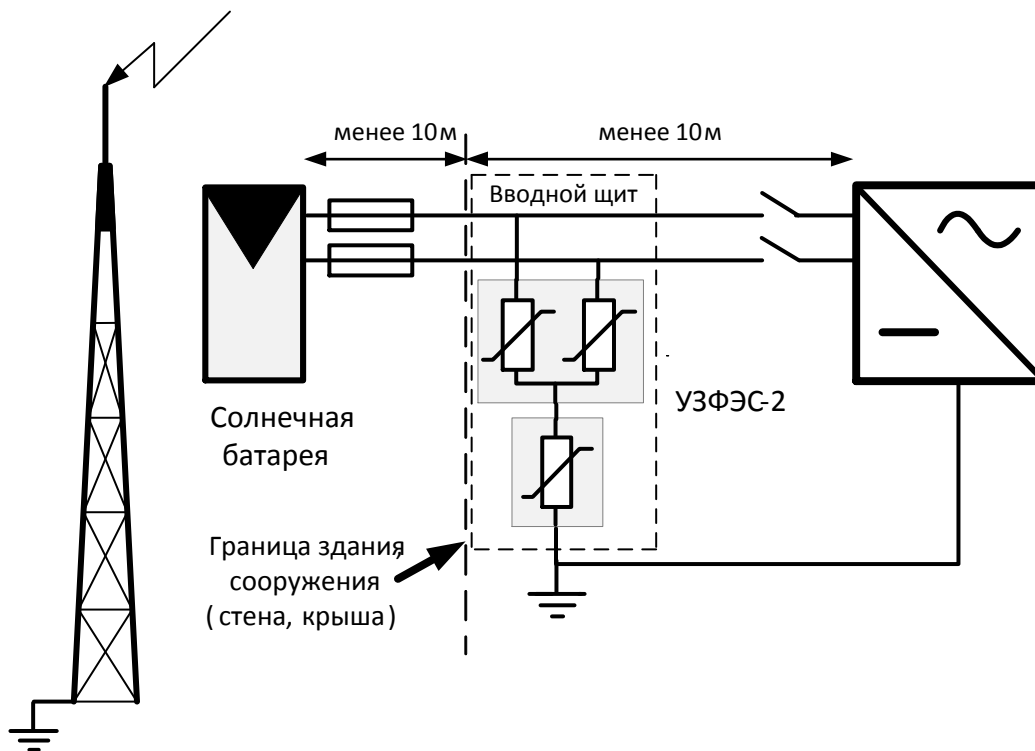


Рисунок 6. Схема расположения устройства **УЗФЭС**, вариант №1

Для защиты от импульсных помех оборудование ФЭС достаточно разместить, в распределительном щите на вводе в здание/сооружение, одно устройство защиты **УЗФЭС-2** со II классом испытания с максимальным разрядным током ( $I_{max}$ ) 40кА и с соединением варисторов (либо устройств **УЗФЭС**) по Y-схеме (см. рис. 3 и 5) или по V-схеме (см. рис. 4). Рекомендуется, для увеличения надежности, применять **УЗФЭС-2** с двойным запасом по максимальному разрядному току ( $I_{max}$ ) 80кА.

Определившись с классом испытания устройства, необходимо подобрать его максимальное длительное рабочее напряжение « $U_c$ » в соответствии с методикой описанной в пункте 7. Наименование устройства можно посмотреть в таблице «Полная номенклатура УЗИП **Комменж УЗФЭС** и **УЗФЭС-Д**» приложения А.

#### 9.1.2 Вариант расположения УЗФЭС №2 (см. рис. 7)

Предполагает наличие внешней системы защиты от молнии (молниеприёмник). Расстояния между солнечной батареей и распределительным щитом на вводе линий L«+» и L«-» в здание/сооружение не превышает 10 метров. Расстояния между распределительным щитом на вводе в здание/сооружение и инвертором (контроллером) более 10 метров.



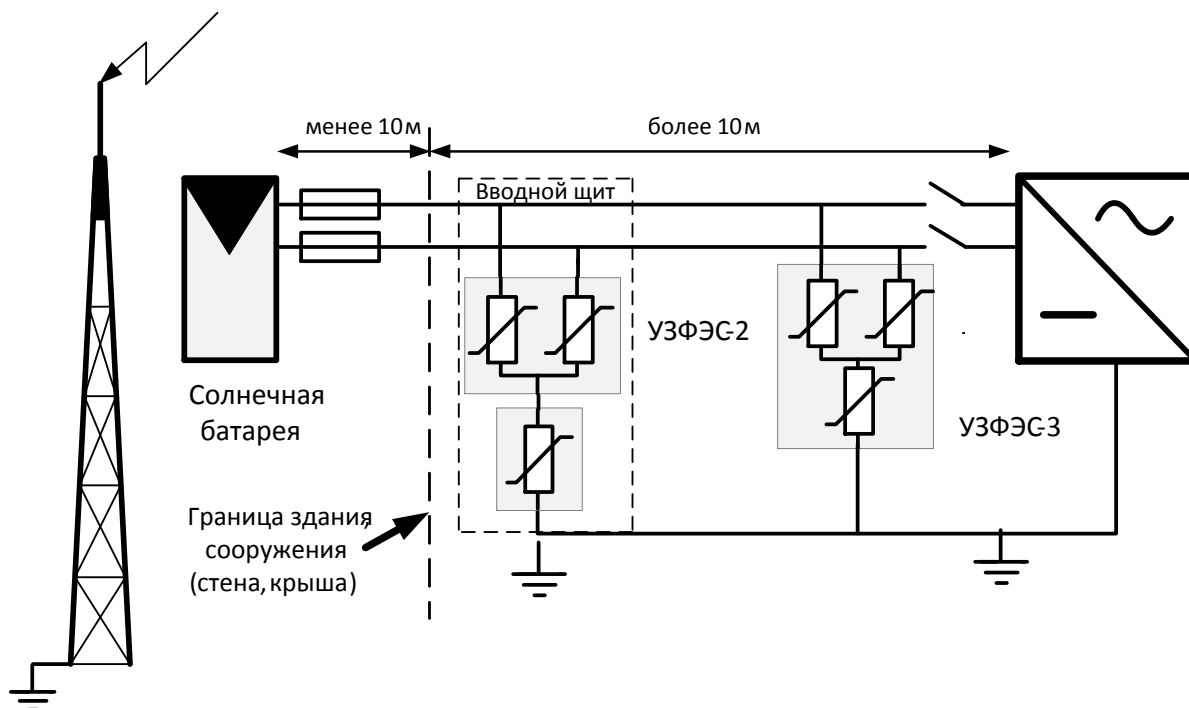


Рисунок 7. Схема расположения устройств **УЗФЭС**, вариант №2

Для защиты от импульсных помех солнечной батареи достаточно разместить, в распределительном щите на вводе в здание/сооружение, одно устройство защиты **УЗФЭС-2** со II классом испытания и максимальным разрядным током ( $I_{max}$ ) 40кА и с соединением варисторов (либо устройств **УЗФЭС**) по Y-схеме (см. рис. 3 и 5) или по V-схеме (см. рис. 4).

Для защиты инвертора (контроллера) необходимо использовать двухступенчатую схему защиты, при которой:

- одно устройство защиты **УЗФЭС-2** со II классом испытания и максимальным разрядным током ( $I_{max}$ ) 40кА и с соединением варисторов (либо устройств **УЗФЭС**) по Y-схеме (см. рис. 3 и 5) или по V-схеме (см. рис. 4), устанавливается в распределительном щите на вводе в здание/сооружение;
- второе устройство защиты **УЗФЭС-3** с III классом испытания и максимальным разрядным током ( $I_{max}$ ) 10кА, дополнительно размещается рядом с инвертором (контроллером).

Рекомендуется, для увеличения надежности, применять **УЗФЭС-2** и **УЗФЭС-3** с двойным запасом по максимальному разрядному току ( $I_{max}$ ) 80кА и 15кА соответственно.

Определившись с классом испытания устройства, необходимо подобрать его максимальное длительное рабочее напряжение « $U_c$ » в соответствии с методикой описанной в пункте 7. Наименование устройства можно посмотреть в таблице «Полная номенклатура УЗИП **Комменж УЗФЭС** и **УЗФЭС-Д**» приложения А.

### 9.1.3 Вариант расположения **УЗФЭС** №3 (см. рис. 8)

Предполагает наличие внешней системы защиты от молнии (молниеприёмник). Расстояния между солнечной батареей и распределительным щитом на вводе линий L«+» и L«-» в здание/сооружение более 10 метров. Расстояния между распределительным щитом на вводе в здание/сооружение и инвертором (контроллером) не превышает 10 метров.

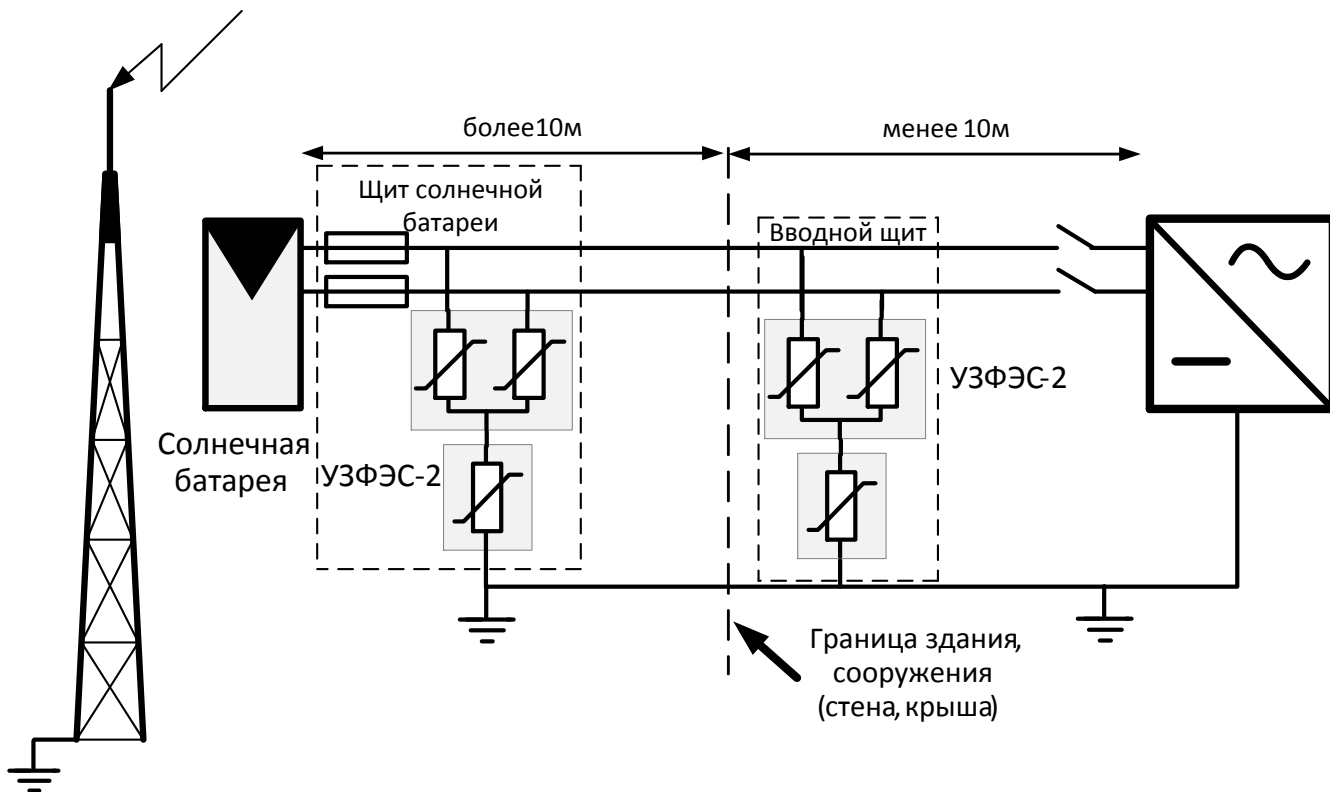


Рисунок 8. Схема расположения устройств **УЗФЭС**, вариант №3

Для защиты солнечной батареи от импульсных помех, с учётом расстояний, необходимо разместить рядом с солнечной батареей (в её щите) устройство защиты **УЗФЭС-2** со II классом испытания и максимальным разрядным током ( $I_{max}$ ) 40кА и с соединением варисторов (либо устройств **УЗФЭС**) по Y-схеме (см. рис. 3 и 5) или по V-схеме (см. рис. 4).

Для защиты инвертора (контроллера) необходимо разместить, в распределительном щите на вводе в здание/сооружение, одно устройство защиты **УЗФЭС-2** со II классом испытания и максимальным разрядным током ( $I_{max}$ ) 40кА и с соединением варисторов (либо устройств **УЗФЭС**) по Y-схеме (см. рис. 3 и 5) или по V-схеме (см. рис. 4).

Рекомендуется, для увеличения надёжности, применять **УЗФЭС-2** и **УЗФЭС-3** с двойным запасом по максимальному разрядному току ( $I_{max}$ ) 80кА и 15кА соответственно.

Определившись с классом испытания устройства, необходимо подобрать его максимальное длительное рабочее напряжение « $U_c$ » в соответствии с методикой описанной в пункте 7. Наименование устройства можно посмотреть в таблице «Полная номенклатура УЗИП **Комменж УЗФЭС** и **УЗФЭС-Д**» приложения А.

#### 9.1.4 Вариант расположения **УЗФЭС** №4 (см. рис. 9)

Предполагает наличие внешней системы защиты от молнии (молниеприёмник). Расстояния между солнечной батареей и распределительным щитом на вводе линий L«+» и L«-» в здание/сооружение более 10 метров. Расстояния между распределительным щитом на вводе в здание/сооружение и инвертором (контроллером) более 10 метров.

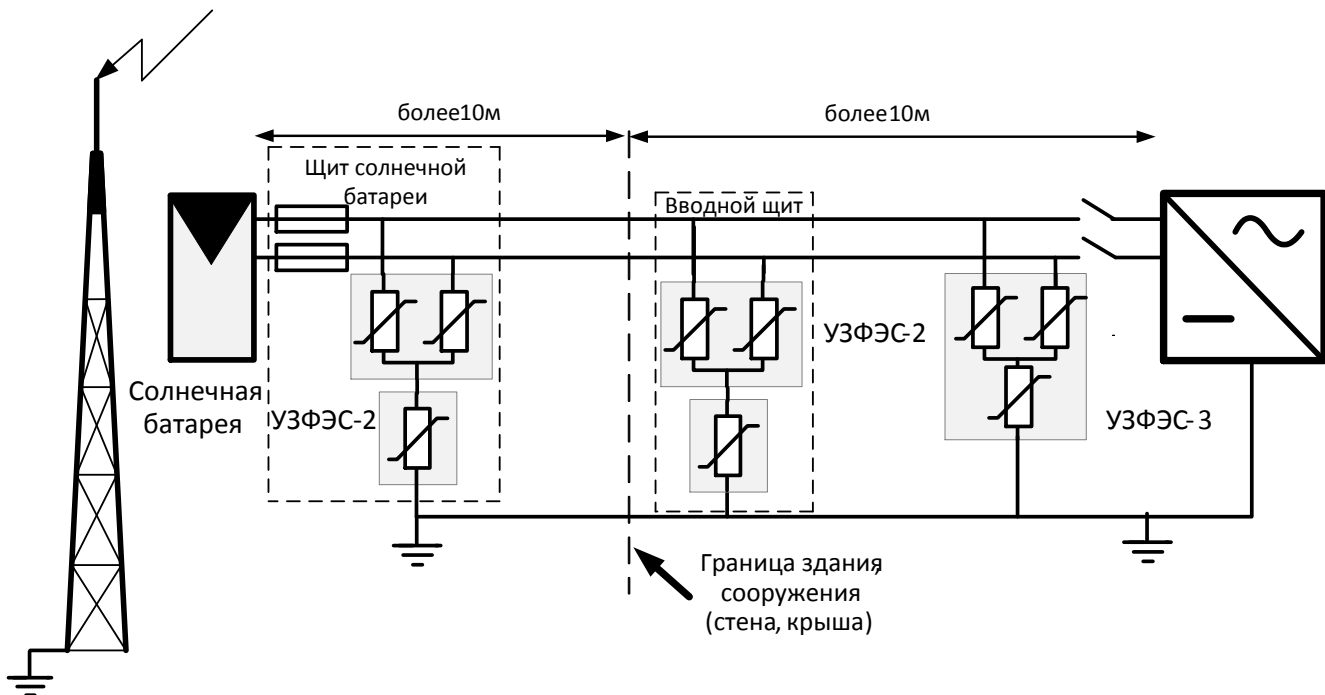


Рисунок 9. Схема расположения устройств **УЗФЭС**, вариант №4

Для защиты солнечной батареи от импульсных помех, с учётом расстояний, необходимо разместить рядом с солнечной батареей (в её щите) устройство защиты **УЗФЭС-2** со II классом испытания и максимальным разрядным током ( $I_{max}$ ) 40кА и с соединением варисторов (либо устройств **УЗФЭС**) по Y-схеме (см. рис. 3 и 5) или по V-схеме (см. рис. 4).

Для защиты инвертора (контроллера) необходимо использовать двухступенчатую схему защиты, при которой:

- одно устройство защиты **УЗФЭС-2** со II классом испытания и максимальным разрядным током ( $I_{max}$ ) 40кА и с соединением варисторов (либо устройств **УЗФЭС**) по Y-схеме (см. рис. 3 и 5) или по V-схеме (см. рис. 4), устанавливается в распределительном щите на вводе в здание/сооружение;
- второе устройство защиты **УЗФЭС-3** с III классом испытания и максимальным разрядным током ( $I_{max}$ ) 10кА, дополнительно размещается рядом с инвертором (контроллером).

Рекомендуется, для увеличения надежности, применять **УЗФЭС-2** и **УЗФЭС-3** с двойным запасом по максимальному разрядному току ( $I_{max}$ ) 80кА и 15кА соответственно.

Определившись с классом испытания устройства, необходимо подобрать его максимальное длительное рабочее напряжение « $U_c$ » в соответствии с методикой описанной в пункте 7. Наименование устройства можно посмотреть в таблице «Полная номенклатура УЗИП **Комменж УЗФЭС** и **УЗФЭС-Д**» приложения А.

## 9.2 При отсутствии внешней системы защиты от молнии

При отсутствии внешней системы защиты от молнии, допускается вероятность прямого удара молнии в здание/сооружение с оборудованием ФЭС(ФЭУ), мачту с солнечной батареей, корпус солнечного модуля, питающий кабель.

Для защиты применяются устройства **УЗФЭС-1** с I+II классом испытания, максимальным разрядным током ( $I_{max}$ ) 120кА и с соединением варисторов по V-схеме (см. рис. 4). Устанавливается **УЗФЭС-1** в распределительном щите на вводе в здание/сооружение и в щите солнечной батареи в соответствии с вариантами №1, 2, 3 и 4 показанным в п.п. 9.1.1-4.

Выбор устройств защиты **УЗФЭС-1** по максимальному длительному рабочему напряжению «Uс» осуществляется в соответствии с методикой описанной в пункте 7. Наименование устройства можно посмотреть в таблице «Полная номенклатура УЗИП **Комменж УЗФЭС** и **УЗФЭС-Д**» приложения А.

## Приложение А. Полная номенклатура УЗИП Комменж УЗФЭС и УЗФЭС-Д

Таблица полной номенклатуры УЗИП Комменж УЗФЭС и УЗФЭС-Д

Класс УЗИП	Максимальное длительное рабочее напряжение, Uс					
	75	150	300	420	600	800
III	УЗФЭС-3 75/10У УЗФЭС-3 75/10Ук	УЗФЭС-3 150/10У УЗФЭС-3 150/10Ук	УЗФЭС-3 300/10У УЗФЭС-3 300/10Ук	УЗФЭС-3 420/10У УЗФЭС-3 420/10Ук	УЗФЭС-3 600/10У УЗФЭС-3 600/10Ук	УЗФЭС-3 800/10У УЗФЭС-3 800/10Ук
II+III	УЗФЭС-2 75/15V УЗФЭС-2 75/15Vк УЗФЭС-Д 75/15к	УЗФЭС-2 150/15У УЗФЭС-2 150/15Ук УЗФЭС-2 150/15V УЗФЭС-2 150/15Vк УЗФЭС-Д 150/15к	УЗФЭС-2 300/15У УЗФЭС-2 300/15Ук УЗФЭС-2 300/15V УЗФЭС-2 300/15Vк УЗФЭС-Д 300/15к	УЗФЭС-2 420/15V УЗФЭС-2 420/15Vк УЗФЭС-Д 420/15к	УЗФЭС-2 600/15У УЗФЭС-2 600/15Ук	УЗФЭС-2 800/15У УЗФЭС-2 800/15Ук
II	УЗФЭС-2 75/40V УЗФЭС-2 75/40Vк УЗФЭС-Д 75/40к	УЗФЭС-2 150/40У УЗФЭС-2 150/40Ук УЗФЭС-2 150/40V УЗФЭС-2 150/40Vк УЗФЭС-Д 150/40к	УЗФЭС-2 300/40У УЗФЭС-2 300/40Ук УЗФЭС-2 300/40V УЗФЭС-2 300/40Vк УЗФЭС-Д 300/40к	УЗФЭС-2 420/40V УЗФЭС-2 420/40Vк УЗФЭС-Д 420/40к	УЗФЭС-2 600/40V УЗФЭС-2 600/40Vк УЗФЭС-2 600/40У УЗФЭС-2 600/40Ук УЗФЭС-Д 600/40к	УЗФЭС-2 800/40У УЗФЭС-2 800/40Ук
II	УЗФЭС-2 75/80V УЗФЭС-2 75/80Vк УЗФЭС-Д 75/80к	УЗФЭС-2 150/80V УЗФЭС-2 150/80Vк УЗФЭС-Д 150/80к	УЗФЭС-2 300/80V УЗФЭС-2 300/80Vк УЗФЭС-Д 300/80к	УЗФЭС-2 420/80V УЗФЭС-2 420/80Vк УЗФЭС-Д 420/10к	УЗФЭС-3 600/80V УЗФЭС-3 600/80Vк УЗФЭС-Д 600/80к	
I+II	УЗФЭС-1 75/120Vк	УЗФЭС-1 150/120Vк	УЗФЭС-1 300/120Vк	УЗФЭС-2 420/120Vк		