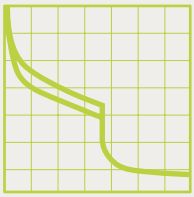
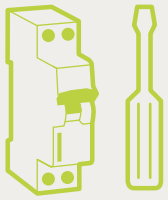
Защита людей и электро-оборудования





ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО /
КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

legrand®

www.legrand.ru

Введение

Все электроустановки, эксплуатируемые на территории Российской Федерации, должны отвечать требованиям государственных стандартов, входящими в комплекс ГОСТ Р 50571 «Электроустановки зданий», в котором приводятся правила конструирования и монтажа электроустановок низкого напряжения (230 / 400 В), направленные на поддержание их в работоспособном состоянии и защиту людей и оборудования.

В соответствии с требованиями этого стандарта должны использоваться устройства, обеспечивающие решение следующих основных задач:

- защита оборудования и имущества от повреждения,

- защита людей от поражения электрическим током.

Комплекс ГОСТ Р 50571 должен обязательно применяться как в отношении новых электроустановок, так и в отношении электроустановок, подвергаемых модернизации.

В системах электроснабжения различных объектов в настоящее время широкое применение находят устройства защитного отключения (УЗО). Длительный опыт применения УЗО подтверждает их высокую эффективность для повышения электробезопасности в электроустановках различных зданий. Применение УЗО в России регламентируется рядом действующих нормативных документов, в том числе:

1. ПУЭ (Правила Устройства Электроустановок)

2. ГОСТ Р 50571.3-94 (МЭК 364-4-41-92). "Электроустановки зданий.
Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током"

3. ГОСТ Р 50571.8-94 (МЭК 364-4-47-81). "Электроустановки зданий.
Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Общие требования по применению мер защиты для обеспечения безопасности. Требования по применению мер защиты от поражения электрическим током"

4. ГОСТ Р 50807-94 (МЭК 755-83). "Устройства защитные, управляемые дифференциальным током. Общие требования и методы испытания"

5. ГОСТ Р 50571.11-96 (МЭК 364-7-701-84). "Электроустановки зданий. Часть 7.
Требования к специальным электроустановкам. Раздел 701. Ванные и душевые помещения"

Содержание

Защита электрооборудования
- Автоматическими выключателями с термомагнитными расцепителями 2
- Время-токовые характеристики 10

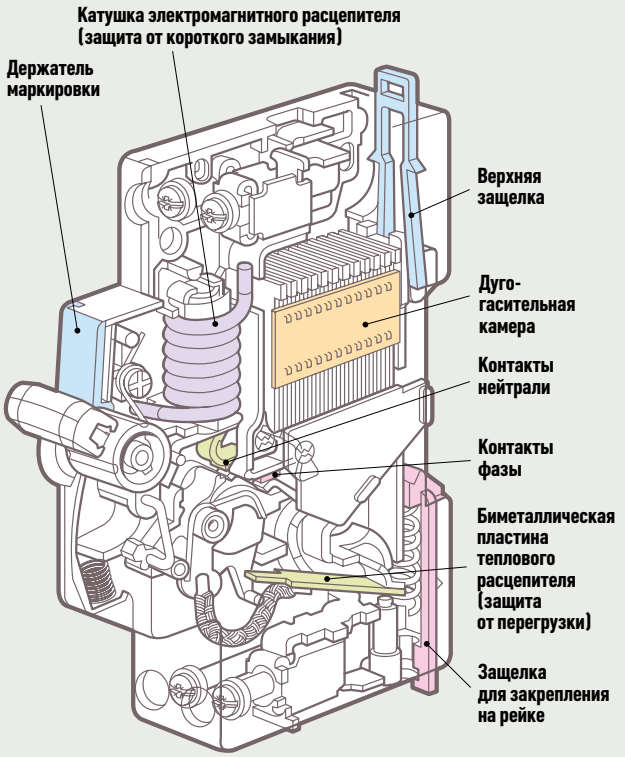
Защита людей от поражения электрическим током
- Воздействие электрического тока на тело человека 14
- Прямое прикосновение 17
- Конструкция УДЗ 26
- Необходимость установки устройства дифференциальной защиты 30

Грозовой разряд, его действие и последствия
- Явление грозового разряда 32
- Прямые эффекты 33
- Косвенные эффекты 33

Каталог 38

Автоматические выключатели
с термомагнитным расцепителем

Конструкция модульного двухполюсного автоматического выключателя с отключающим нейтральным полюсом



Модульные автоматические выключатели с термомагнитным расцепителем обеспечивают защиту от:

– **перегрузок**
(тепловым способом),
– **коротких замыканий**
(электромагнитным способом).

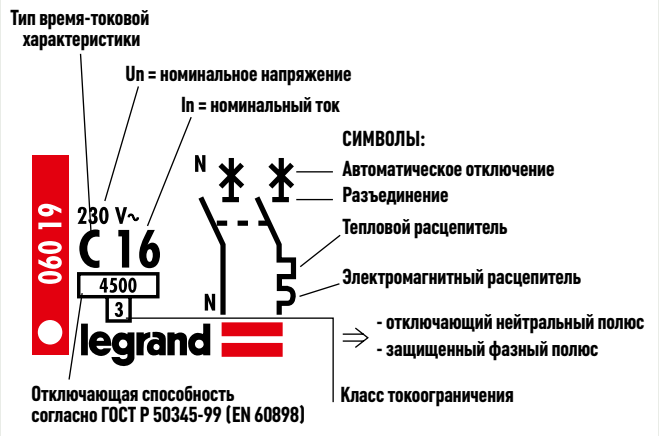
Что понимают под автоматическим выключателем?

Автоматический выключатель – контактное коммутационное устройство, способное к включению, проведению и отключению электрических токов при нормальных условиях электрической цепи, а также способное к включению, проведению в течение установленного времени и автоматическому отключению электрических токов при наличии аномальных условий электрической цепи, например, при коротком замыкании.

Автоматический выключатель обеспечивает:

– защиту от перегрузок и коротких замыканий (сверхтока),
– замыкание или размыкание одной или более подключённых к нему электрических цепей с помощью своих главных контактов.

Маркировка автоматического выключателя



- **Номинальный ток:** ток, который автоматический выключатель может проводить в длительном режиме при определенных условиях, не изменяя своего состояния.
- **Количество полюсов:** по количеству полюсов автоматические выключатели подразделяются на однополюсные, двухполюсные с коммутируемой нейтралью, двухполюсные с двумя защищенными полюсами, трехполюсные и четырехполюсные.
- **Тип время-токовой характеристики:** международные стандарты определяют различные зоны срабатывания для электромагнитных расцепителей (см. стр. 4)
- **Отключающая способность:** см. стр. 5
- **Номинальное напряжение:** напряжение, при котором может эксплуатироваться автоматический выключатель.
- **Класс токоограничения**: выключатель с токоограничением не позволяет току КЗ принять его максимальное значение и быстрее производит отключение. Класс токоограничения – 2 ограничивает по времени КЗ в пределах $^1/_2$ полупериода, класс – 3 ограничивает КЗ в пределах $^1/_3$ полупериода. Если автомат с токоограничением, но не указан класс, предоставляется интегральная характеристика I2t.

Количество полюсов автоматических выключателей

Устройства защиты могут быть однополюсными, двухполюсными с отключающим нейтральным полюсом, двухполюсными с двумя защищенными полюсами, трехполюсными и четырехполюсными.

Нормативные документы требуют, чтобы в электроустановках все токоведущие проводники (фазные и нейтральные) были защищены и была предусмотрена возможность их разъединения. В питающих электрических сетях нейтральный проводник, в том случае если он имеет такое же сечение как и фазный, автоматически защищается при обеспечении защиты фазных полюсов. Поэтому достаточно к фазным полюсам добавить нейтральный полюс и обеспечить для него только выполнение функций включения, отключения и разъединения. Такая схема реализована в двухполюсных аппаратах с отключающим нейтральным полюсом.

Время-токовая характеристика автоматического выключателя

Эта характеристика определяет относительное расположение зон срабатывания электромагнитного и теплового расцепителей. Выделяются две зоны: зона теплового расцепителя и зона электромагнитного расцепителя.

В действительности, автоматический выключатель реагирует на две аварийные ситуации, которые приводят к его срабатыванию:

➳ **Перегрузка** (зона A) или чрезмерный нагрев; биметаллическая пластина выгибается и переводит выключатель в отключенное состояние. Быстродействие выключателя обратно пропорционально значению тока, проходящего через него.

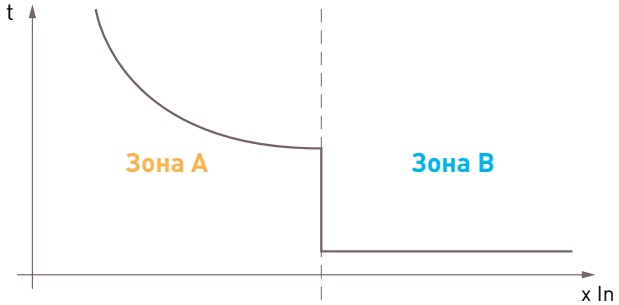
$$W = R\,I^2\,t$$

W : энергия (в джоулях)
R : сопротивление биметаллической пластины (в Омах)
I : ток (в Амперах)
t : время (в секундах)

Автоматические выключатели
с термомагнитным расцепителем
(продолжение)

В случае слабой перегрузки биметаллическая пластина нагревается медленно, и следовательно время реакции продолжительное. В случае сильной перегрузки биметаллическая пластина нагревается быстро, поэтому время реакции малое.
При одинаковых значениях тока (перегрузки) время срабатывания теплового расцепителя также одинаковое вне зависимости от вида кривой.

■ **Короткое замыкание (зона B)**; в течение очень короткого промежутка времени, порядка нескольких тысячных долей секунды, электромагнитный расцепитель переводит выключатель в положение ОТКЛ.
Время-токовая характеристика выключателя располагается в зоне, определяемой стандартом.



Тепловой расцепитель – расцепитель перегрузки с обратнозависимой выдержкой времени, срабатывание которого зависит от теплового действия электрического тока, протекающего через него.

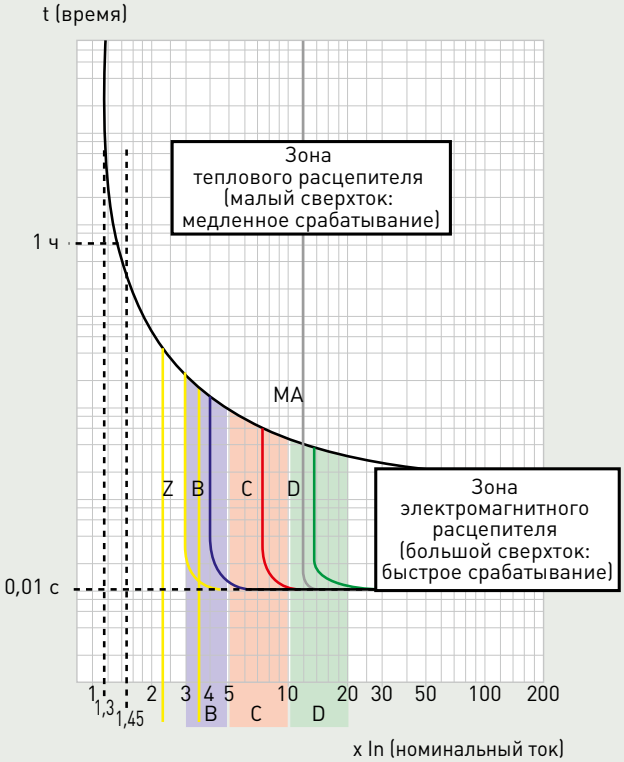
Электромагнитный расцепитель
Срабатывание такого расцепителя зависит от действия сверхтока, протекающего через обмотку электромагнита. Время срабатывания этого расцепителя практически не зависит от значения сверхтока в главной цепи автоматического выключателя. Он позволяет автоматическому выключателю отключать токи короткого замыкания в течение долей секунды.

Ток срабатывания электромагнитного расцепителя

Минимальный ток, который вызывает срабатывание электромагнитного расцепителя автоматического выключателя за промежуток времени менее 10 мс, называется током срабатывания электромагнитного расцепителя.

Время-токовые характеристики

(см. стр. с 10 по 12)



Срабатывание теплового расцепителя при температуре окружающей среды 30 °C

Приведенные ниже характеристики определяют пределы срабатывания электромагнитного расцепителя.

Характеристика	Пределы срабатывания электромагнитного расцепителя
Z	2,4 - 3,6 In
B	3 - 5 In
C	5 - 10 In
D	10 - 20 In*
MA	12 - 14 In

* Заводская настройка оборудования составляет 12 - 14 In

Применение выключателей по типам: B, C, D, Z или MA

• **Тип B:** электромагнитные свойства выключателей этого типа позволяют обнаруживать короткие замыкания малой величины.

(Пример: аппарат подключается к очень длинной линии).

• **Тип C:** это наиболее распространенный тип, соответствующий требованиям стандартных электроустановок и удовлетворяющий широкому спектру потребностей.

• **Тип D:** аппараты данного типа следует использовать для защиты цепей, в которых при подаче напряжения возникают значительные пусковые токи. (Пример: трансформаторы, пусковые значения тока в которых могут достигать 20 In, электродвигатели)

• **Тип Z:** для защиты цепей с приборами, чувствительными к сверхтокам (полупроводниковые устройства).

• **Тип MA:** для линий, питающих системы удаления дыма, когда применяются особые требования к подбору и применению кабелей. Такие кабели должны выдерживать значительный перегрев и обеспечивать работу устройств дымоудаления при любых условиях.

Отключающая способность

Это наибольший ток короткого замыкания, который способен отключить выключатель при условиях, определенных стандартами (напряжение, cos ϕ, ожидаемый ток короткого замыкания). После такого отключения выключатель должен продолжать нормально функционировать и отвечать требованиям стандартов.

При выборе автоматического выключателя должны быть выполнены следующие условия:

■ Отключающая способность должна быть не менее ожидаемого тока короткого замыкания (Icc) в месте установки этого устройства.

Ток короткого замыкания зависит от следующих основных параметров:
- мощность трансформатора,
- длина линии перед выключателем,
- сечение этих линий,
- материал проводников (алюминий, медь).

■ Характеристики ограничения тока и отключающая способность автоматического выключателя должны быть скоординированы с проводами или кабелями, которые он защищает. Меры по координации описываются нормативными документами или документами производителя.

Автоматические выключатели
с термомагнитным расцепителем
(продолжение)

Класс токоограничения

Это способность автоматического выключателя пропускать ограниченный ток короткого замыкания, который меньше ожидаемого тока К.З.
Это ограничение, реализуемое по времени и величине, позволяет устранить разрушающее воздействие, связанное с прохождением тока короткого замыкания, и ограничить проявление в электроустановке эффекта Джоуля.

Отключение электрической цепи осуществляется в дугогасительной камере автоматического выключателя, предназначенной для гашения электрического разряда, возникающего между расходящимися контактами (аналогичный процесс имеет место между электродами). В области дугового разряда может выделяться значительная энергия - до 100 кДж, а температура может достигать 20000 °C, что приводит к эрозионному разрушению контактов в процессе испарения металла. Чтобы предотвратить нежелательные явления, необходимо добиться как можно более быстрого гашения дуги. Пластины дугогасительной камеры образуют дугогасительную решетку. Дуга за счет электродинамических сил попадает в решетку , где разбивается на ряд последовательно включенных коротких дуг.
У каждой пластины решётки возникают околоэлектродные падения напряжения.
Дуга гаснет сразу, после попадания в решётку.
Механизмы выключателей должны обеспечивать очень быстрое размыкание контактов (для ограничения эрозионного разрушения) и высокое контактное давление (для выдерживания возникающих электродинамических сил).

Класс токоограничения выключателей

Приложение ZA стандарта МЭК 60898-95 определяет классы ограничения термического воздействия для номинальных токов не более 32 А. Классы токоограничения позволяют описать возможности по ограничению термического воздействия.

Пример для выключателей типа C
(наиб. отключающая способность 6 кА, номинальный ток от 20 до 32 А):
- Класс 1: термическое воздействие не ограничено
- Класс 2: термическое воздействие ограничено макс. уровнем 160 000 A^2c
- Класс 3: термическое воздействие ограничено макс. уровнем 55 000 A^2c

Все выключатели Legrand с номинальным током менее или равным 32 А относятся к классу 3.

На графиках показаны:

• **Черная кривая** (U) соответствует напряжению в сети и служит главным образом для отображения зависимости напряжения от времени.

• **Красная кривая** (Icc ожид.) отображает значения ожидаемого тока короткого замыкания.
При отсутствии защиты пиковое значение тока короткого замыкания могло бы достичь 8500 А.

• **Зеленая кривая** (I огранич.) соответствует эффективному току, прошедшему через цепь.
Ограничение пикового значения на уровне 3200 А соответствует коэффициенту ограничения 0,37.

• **Синяя кривая** (U дуги) показывает напряжение дугового разряда, возникающего в момент размыкания контактов выключателя. Эта кривая отображает степень ограничения относительно напряжения в сети.

Три основных временных параметра:

• t_1: время предварительного образования дуги. Должно быть максимально коротким.

• t_2: время нарастания дуги.

Дуга должна быстро достигнуть максимального напряжения.

• t_C: полное время отключения.

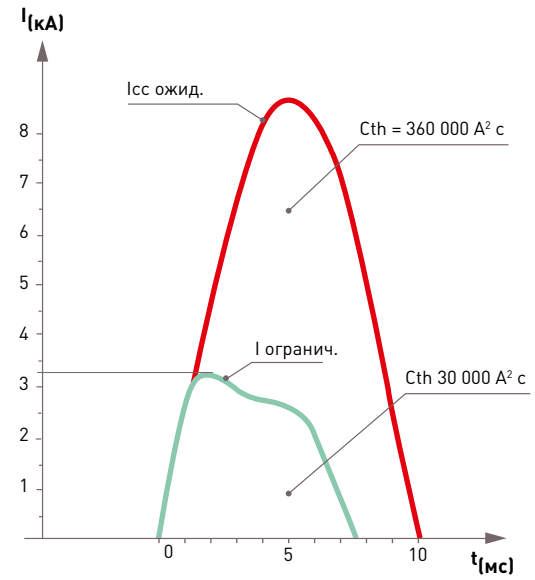
Разрушительное воздействие короткого замыкания рассчитывают на основе зеленой кривой. Кривая напрямую связана с временами t_1 и t_2 и с максимальным значением напряжения дугового разряда. Результаты такого воздействия зависят от конструкции выключателя: дугогасительной камеры, механических элементов и т.д.

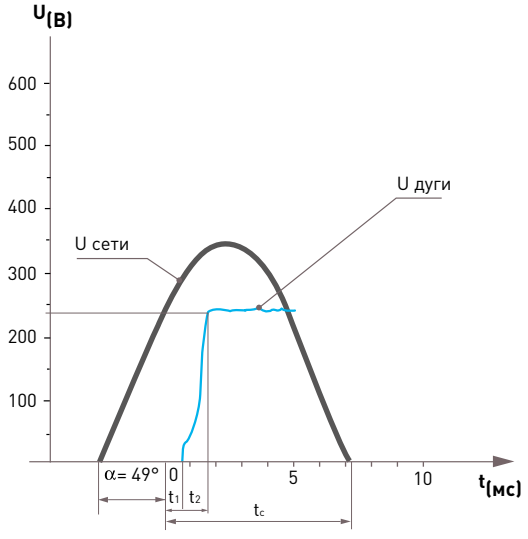
В представленном примере величина термического воздействия доходит всего лишь до 30000 A^2c вместо 360000 A^2c.

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей

Это трехфазные автоматические выключатели, тепловые расцепители которых точно регулируются в зависимости от величины тока, проходящего через двигатель, и обеспечивающие защиту от затяжного пуска, обрыва фазы, перегрузки и короткого замыкания.

Уставка электромагнитного расцепителя 12 In.





Автоматические выключатели
с термомагнитным расцепителем
(продолжение)

Условия, при которых параметры выключателя могут изменяться

– При изменении температуры окружающей среды

Рабочие характеристики выключателя, отвечающего требованиям стандарта ГОСТ Р 50345-99 (МЭК 60898-95), приводятся для температуры окружающей среды 30 °C, указанной в стандартах.

При более высоких температурах биметаллическая пластина начнет сгибаться под воздействием температуры самой окружающей среды. Это может привести к нежелательному срабатыванию выключателя, так как установившийся ток, который способен выдержать выключатель, будет снижен по отношению к его номинальному току.

ПРИМЕР

Автоматический выключатель 32 А отрегулирован на работу при температуре 30 °C согласно стандарту ГОСТ Р 50345-99 (МЭК 60898-95). Если температура составляет 40 °C, его рабочий ток должен быть снижен приблизительно на 20 % до 28 А.

– При расположении нескольких аппаратов рядом

Эксплуатация нескольких расположенных рядом выключателей может также вызвать повышение температуры. Следовательно, необходимо снизить рабочие токи (понижающие коэффициенты приводятся в технических документах) или отделить аппараты друг от друга теплоизоляционными элементами.

– При использовании в сети постоянного тока

Выключатели DX и DX-h Lexic (с 1, 2, 3 или 4 полюсами, In ≤ 63 А), предназначенные для использования в сети 230/400 В переменного тока, также могут эксплуатироваться и в сети постоянного тока.

1 - Защита от короткого замыкания

Максимальное значение тока уставки электромагнитного расцепителя: умножается на 1,4.

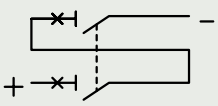
ПРИМЕР

Для выключателей с характеристикой C, ток уставки защиты которых находится в диапазоне от 5 до 10 In для переменного тока, ток уставки защиты для постоянного тока будет повышен до 7 - 14 In.

2 - Рабочее напряжение

Максимальное рабочее напряжение: 80 В = на полюс (60 В = для двухполюсного выключателя с коммутируемой нейтралью).

При необходимости более высоких напряжений следует последовательно соединить несколько полюсов.



Пример: для напряжения 110 В = используйте двухполюсный автоматический выключатель, последовательно соединив 2 его полюса

3 - Отключающая способность

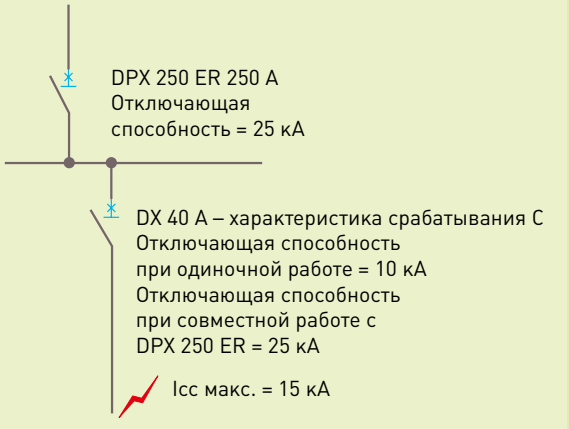
4000 А для однополюсного выключателя, находящегося под максимальным напряжением (80 В постоянного тока на полюс).

Что такое координация?

Координация (согласно ГОСТ Р 50030.2-99 - «резервная защита») – это методика, заключающаяся в увеличении отключающей способности автоматического выключателя путем согласования его параметров с другим расположенным выше по электрической цепи устройством. Координация позволяет использовать аппарат защиты, отключающая способность которого меньше максимального ожидаемого тока короткого замыкания в месте установки. Отключающая способность устройства защиты должна быть, по крайней мере, равной максимальному короткому замыканию, которое может возникнуть в месте установки этого устройства.

В качестве исключения (NF C 15-100, статья 434) допускается, чтобы отключающая способность была меньше максимального ожидаемого тока короткого замыкания. При этом должны быть выполнены следующие условия:
– аппарат защиты работает совместно с аппаратом, расположенным выше и имеющим требуемую отключающую способность,
– аппарат защиты, расположенный ниже,
и защищаемые цепи способны выдержать мощность, ограничиваемую вышестоящими аппаратами защиты.
Таким образом, координация дает существенную экономию.

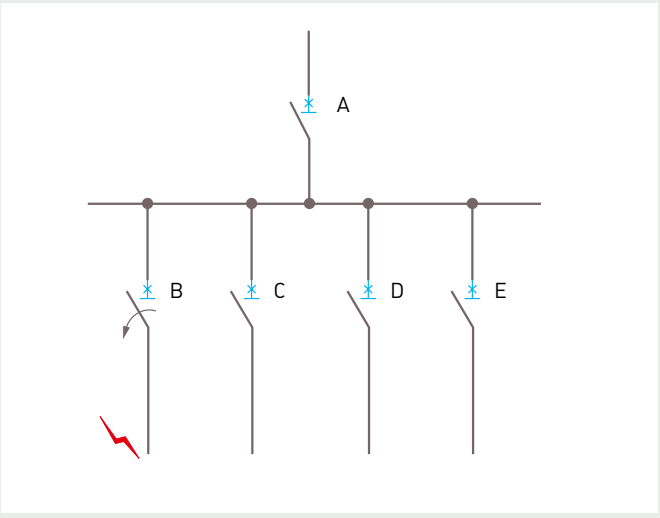
ПРИМЕР КООРДИНАЦИИ



Селективность устройств защиты

Селективность – согласование рабочих характеристик нескольких устройств защиты с таким расчетом, чтобы срабатывало только то устройство, в защищаемой цепи которого возник сверхток, и остальная часть электроустановки находилась в рабочем состоянии. Селективность улучшает надежность и безопасность электроустановки.

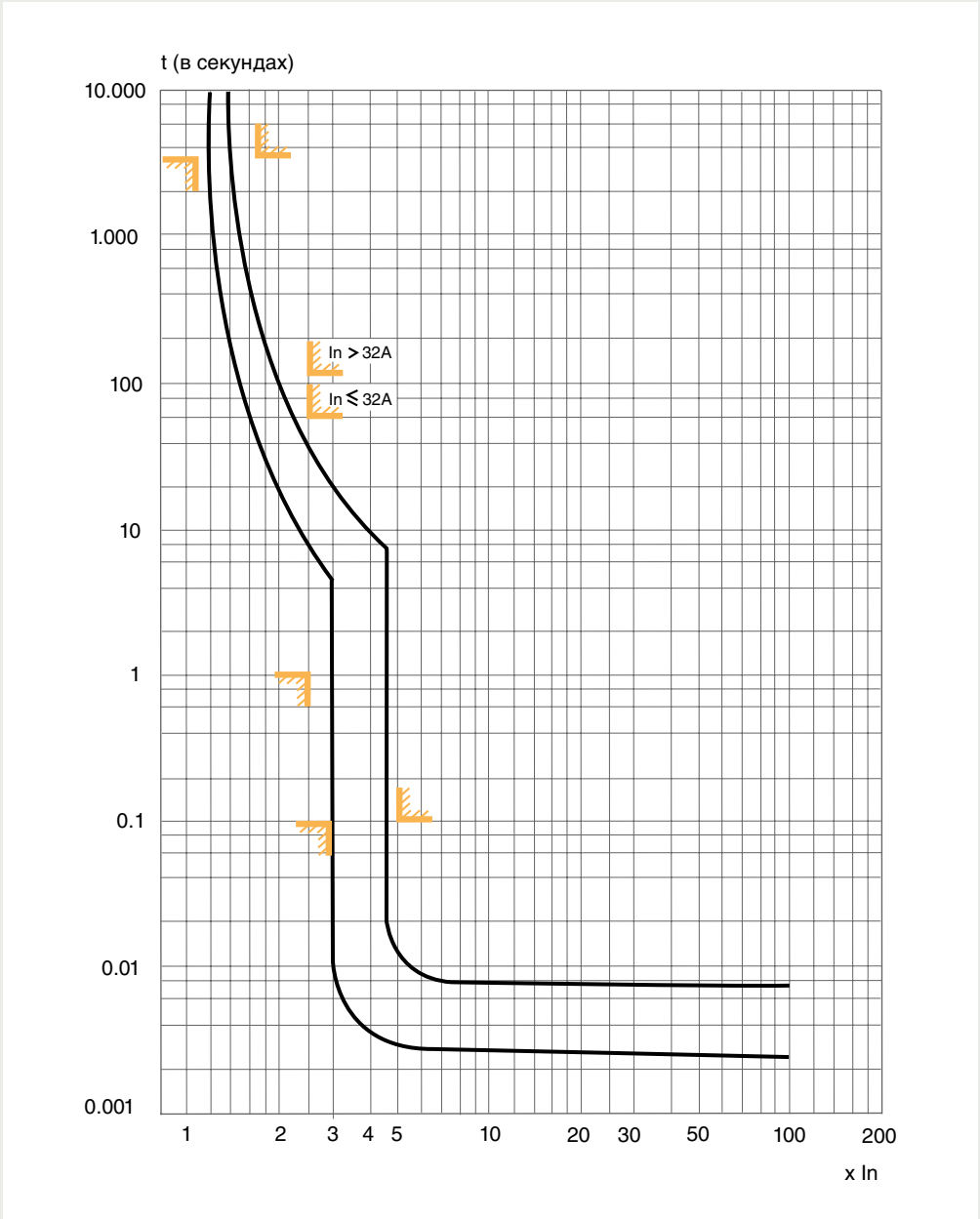
Селективность между аппаратами A и B называется полной, если при любом токе короткого замыкания отключается только аппарат B.



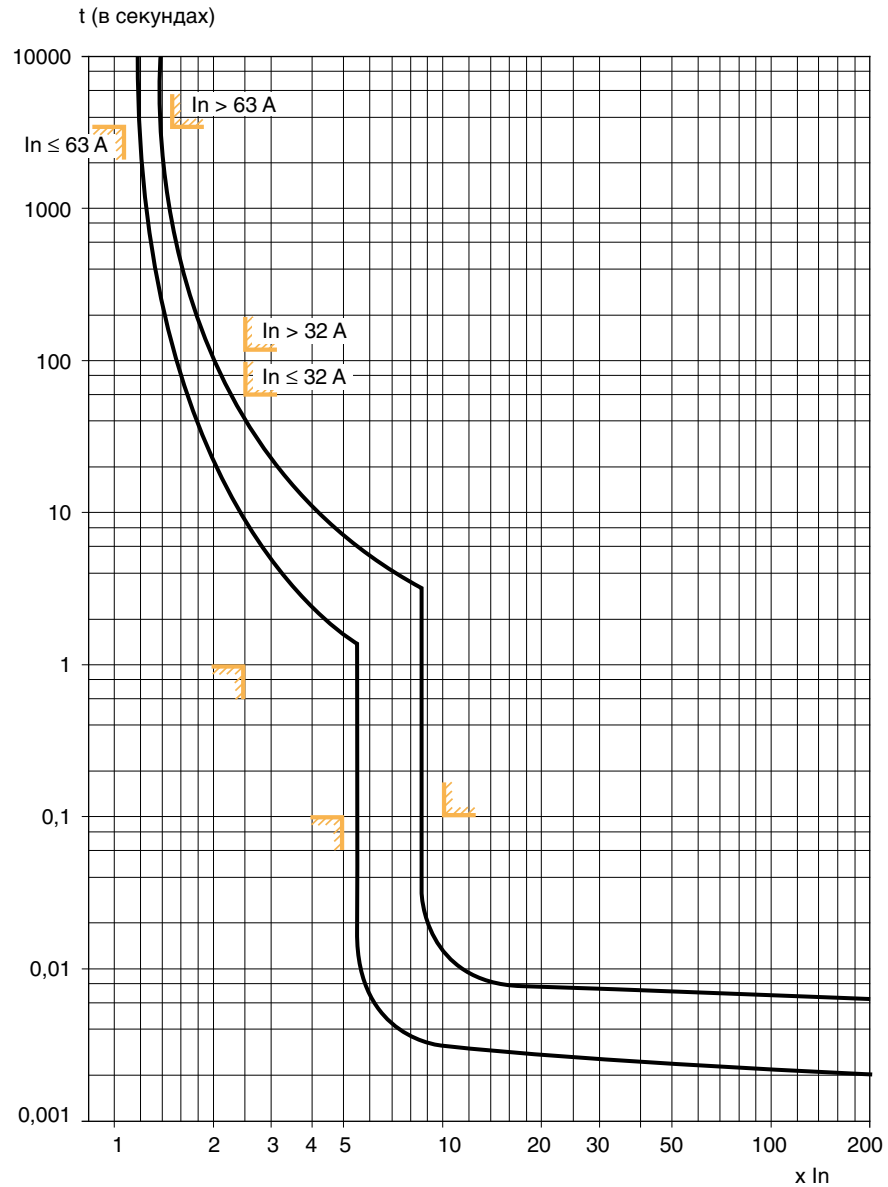
В остальных случаях селективность между аппаратами A и B называется частичной, поэтому вводится понятие предела селективности. Это значение тока короткого замыкания, ниже которого обязательно сработает только выключатель B, а при превышении которого может сработать выключатель A.

Время-токовые характеристики автоматических выключателей

Характеристика срабатывания B



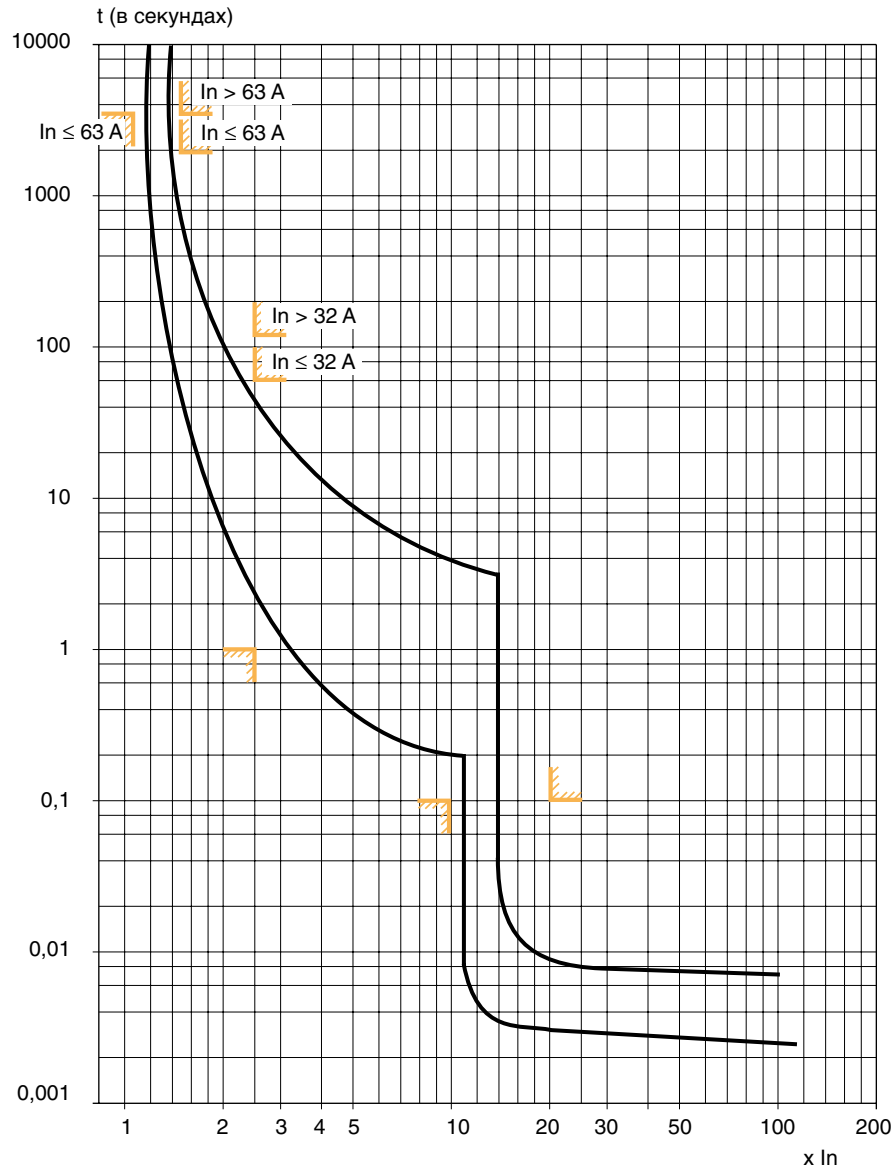
Характеристика срабатывания C



Срабатывание теплового расцепителя при температуре окружающей среды 30 °C
In = номинальный ток выключателя

Время-токовые характеристики автоматических выключателей (продолжение)

Характеристика срабатывания D



Срабатывание теплового расцепителя при температуре окружающей среды 30 °C
In = номинальный ток выключателя

Защита людей от поражения электрическим током

устройствами дифференциальной защиты

Каждый год происходит тысячи несчастных случаев. Каждый год десятки людей становятся инвалидами. Каждый год десятки людей становятся неспособными выполнять нормальную профессиональную деятельность

Такова дань, которую приходится платить электричеству. Электричество – это надежный, но очень опасный источник энергии, поскольку является невидимым для глаз. По этой причине электрооборудование требует постоянного контроля.

Воздействие электрического тока на тело человека

Как действует электричество на тело человека?

Тело человека, так же как и обычный электроприемник, при приложении напряжения начинает пропускать через себя электрический ток.

Контакт может осуществляться одним из 3 способов:

– между 2 токоведущими проводниками (фазный / нейтральный или фазный / фазный),
– между токоведущим проводником и землей,
– при соприкосновении с проводящей частью, которая в результате неисправности оказалась под напряжением.

Поражающие факторы электрического тока:

Тетанизация (мышечные судороги)

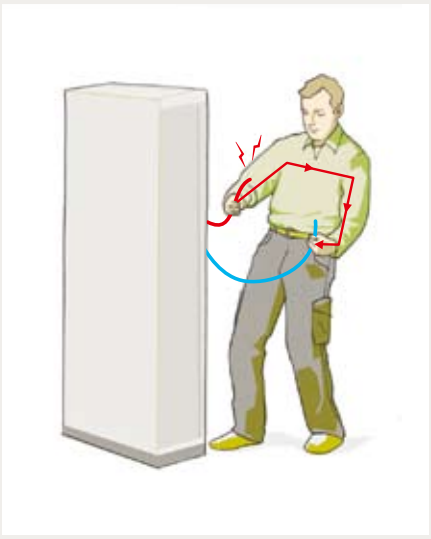
В 1786 году итальянский физик Гальвани обнаружил, что при прохождении электрического тока мышцы лягушки начинают сокращаться. Когда ток протекает по телу человека, он также вызывает сокращение мышц конечностей, грудной клетки и других частей тела.

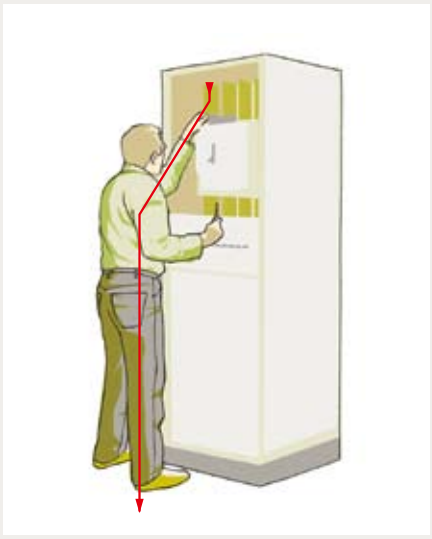
Ожоги

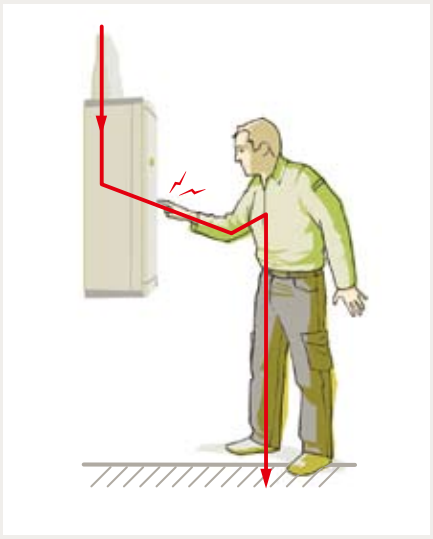
Вследствие теплового воздействия электрический ток приводит к повреждениям ткани, степень которых зависит от величины тока.

Воздействие на сердце

Электрический ток вызывает полное нарушение сердечного ритма и фибрилляцию желудочков сердца.







Оценочные параметры

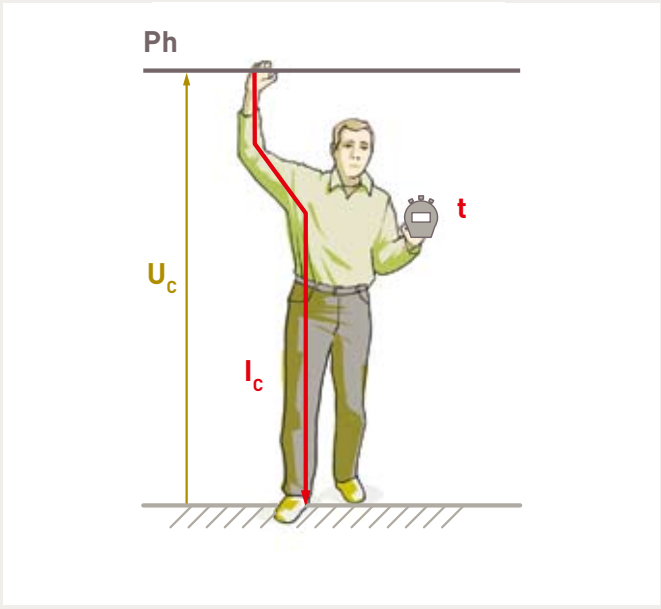
Два основных параметра:

• Ic: ток, проходящий через тело человека: $Ic = \frac{Uc}{R}$

Uc: напряжение, прилагаемое к телу

R: сопротивление тела

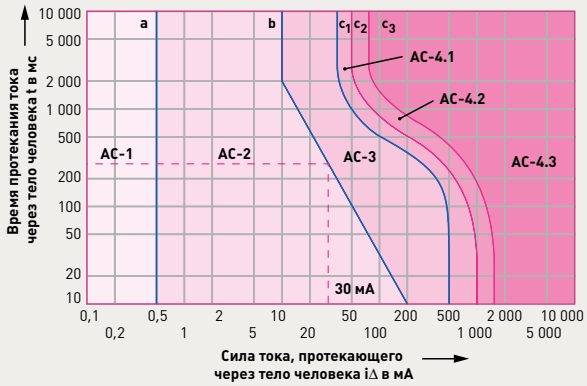
• t: время протекания тока через тело человека



Время-токовая кривая

(воздействие тока на тело человека)

t = f (Ic)



Если время протекания тока не превышает 10 мс, граничное значение тока для линии b не превышает 200 мА.

Эта кривая в соответствии с МЭК 60 479-1 описывает 4 зоны риска:

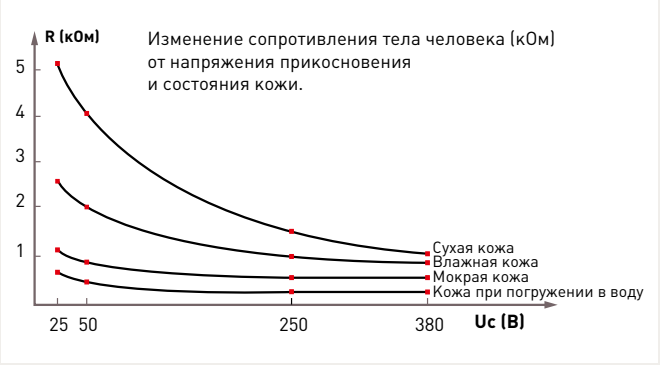
Зона	Физиологический эффект
AC-1	Обычно никакой реакции
AC-2	Обычно никаких опасных физиологических эффектов
AC-3	Обычно никаких органических повреждений; вероятность сокращения мышц и затруднения дыхания при времени протекании тока свыше 2 с. Обратимые нарушения ритма сердца, в том числе фибрилляция предсердий и временная остановка сердца без фибрилляции, возрастающие с увеличением тока и времени воздействия.
AC-4	Дополнительно к эффектам зоны AC-3 возрастающие с увеличением величины тока и времени его воздействия физиологические нарушения, такие как: остановка сердца, остановка дыхания, тяжелые ожоги.
AC-4.1	Вероятность фибрилляции желудочков сердца примерно до 5%.
AC-4.2	Вероятность фибрилляции желудочков сердца примерно до 50%.
AC-4.3	Вероятность фибрилляции желудочков сердца более 50%.

Воздействие электрического тока на тело человека (продолжение)

Сопротивление тела человека

R = f (Uc)

Эта кривая показывает зависимость изменения сопротивления тела человека от напряжения прикосновения и состояния кожи.



Изменение сопротивления тела человека (кОм) от напряжения прикосновения и состояния кожи.

Безопасное напряжение: 50 В

Стандарт ГОСТ 30331.3/ГОСТ Р 50571.3 устанавливает предельное безопасное напряжение на уровне: 50 В. Это напряжение учитывает максимальный ток, который может выдержать человек, имеющий минимальное внутреннее электрическое сопротивление, в определенных условиях. Также этот параметр принимает в расчет максимально допустимую продолжительность прохождения тока через тело, которая не вызывает опасных патофизиологических изменений (фибрилляция сердца).

Соотношение между предполагаемым напряжением прикосновения и максимальным временем отключения [1]

Предполагаемое напряжение прикосновения Ut (В)	Полное электрическое сопротивление тела человека Z (Ом)	Ток, протекающий через тело человека I (мА)	Максимальное время воздействия тока t (с)
≤ 50	1 725	29	8
75	1 625	46	0,60
100	1 600	62	0,40
125	1 562	80	0,33
220	1 500	147	0,18
300	1 460	205	0,12
400	1 425	280	0,07
500	1 400	350	0,04

[1] Эти значения соответствуют случаю двойного прикосновения, обеими руками или ногами (UTE C 15-413)

Эти данные послужили основой при разработке правил техники безопасности, предписываемых нормативными документами.

Прямое прикосновение

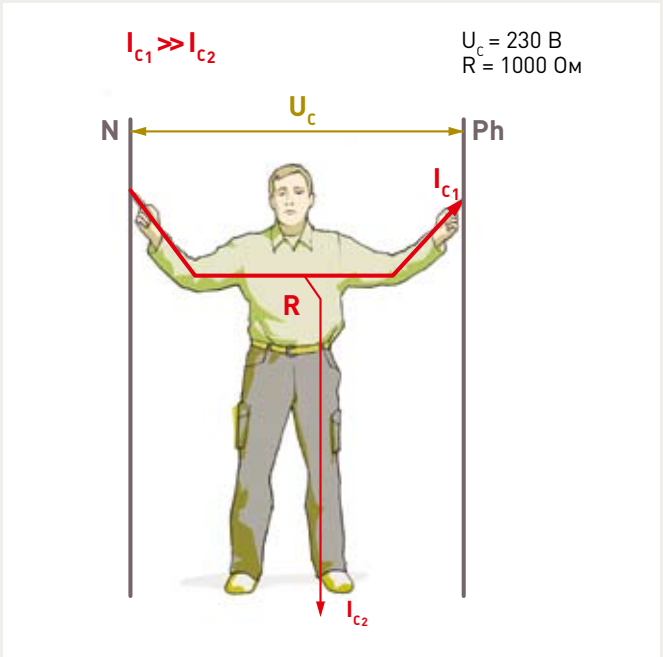
Прямое прикосновение – это электрический контакт человека с токоведущими частями оборудования или электроустановки, которые обычно находятся под напряжением.

Имеется два возможных случая:

1-ый случай

Этот случай, хотя и встречается редко, является наиболее неблагоприятным. Человек изолирован от земли (посредством обуви или изолирующего пола), ток проходит непосредственно через грудную клетку, воздействуя на дыхательную и сердечную системы. Принимая во внимание данные, приведенные на странице 15, ток, который будет проходить по телу человека, равен:

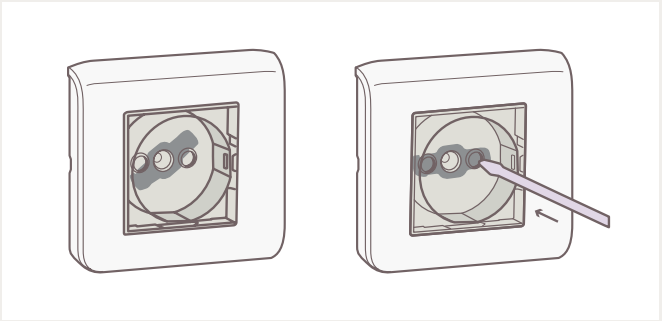
$$Ic = \frac{Uc}{RC} \text{ или } \frac{230}{1000} = 230 \text{ мА}$$



Анализируя кривую t = f (Ic), мы можем определить степень риска в отношении подвергшегося поражению током человека, если время воздействия превышает 50 мс!

Применяемая в этом случае защита

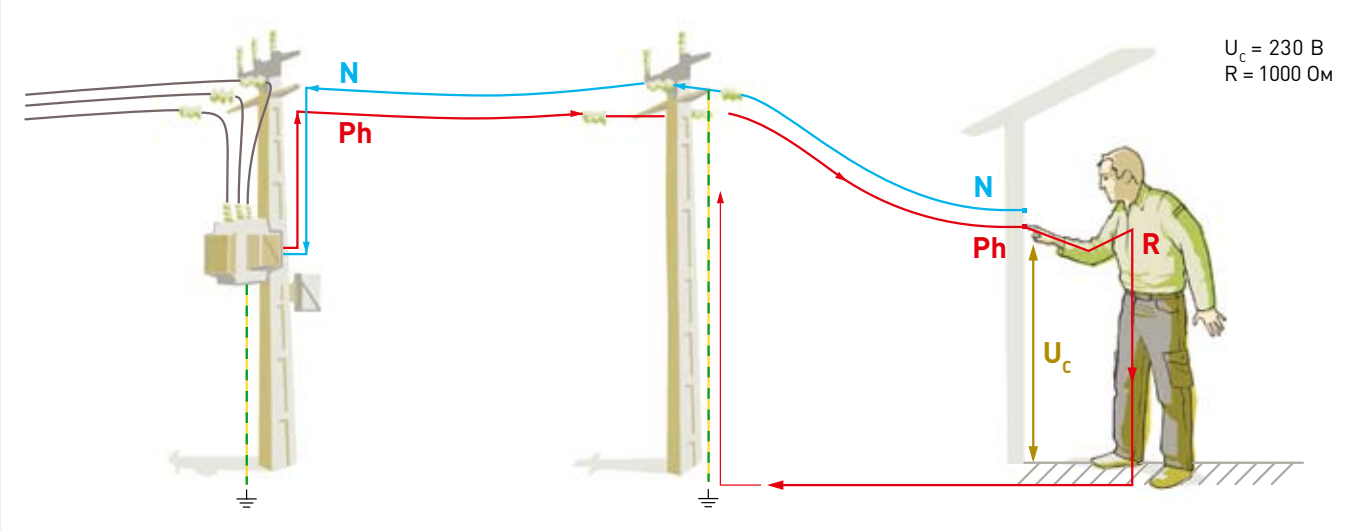
Применение профилактических мер защиты, заключающихся в установке механических устройств, таких как закрытые щитки, надежно изолированные кабели и розетки с защитными шторками (СП 31-110-2003 п.14.34 В жилых комнатах квартир и общежитий, а также в помещениях пребывания детей рекомендуется устанавливать розетки, снабженные защитным устройством, закрывающим гнезда при вынутой вилке).



Серия электроустановочного оборудования Céliane

Воздействие электрического тока на тело человека (продолжение)

2-ой случай



Согласно ПУЭ в электроустановках с глухозаземленной нейтралью нулевые провода прежде всего должны быть заземлены в начале воздушной линии у источника питания (электростанции или трансформаторной подстанции).

В силу этого, человек, который совершит прямое прикосновение к фазному проводнику, будет подвержен напряжению электрической сети (см. рисунок).

Рассматривая те же значения параметров, и предполагая, что место контакта ноги с землей имеет нулевое сопротивление, мы получим, что человек будет подвержен току примерно 200 мА. Следовательно, опасность такая же, как и в первом случае прямого прикосновения.

Применяемая в этом случае защита

• Основная защита
Может быть обеспечена только профилактическими методами: установкой ограждений, применением оболочек, закрытых щитков, розеток с защитными шторками, путем отделения или изоляции активных частей.

Степень защиты IP 2x, например, относится к основной защите.

• Дополнительная защита
Реализуется с помощью высокочувствительного устройства дифференциальной защиты с уставкой 30 мА (10 мА для специализированных цепей).
Эта защита может только дополнять основную защиту, поэтому в вышеупомянутом случае она не может предотвратить удар электрическим током, а способна только ослабить его действие.
Этот вид защиты:
– обязателен для всех цепей приемников тока и электроустановок в жилых домах, на стройках, в загородных домах...
– настоятельно рекомендуется во всех остальных случаях.
УДЗ обнаруживает ток утечки, который проходит по телу человека и автоматически отключает напряжение в цепи за время от 20 до 50 мс (см. время-токовую характеристику на стр. 29).

СИСТЕМА TT

В этом режиме нейтрали защита основана на использовании УДЗ, управляемого дифференциальным током. Полное сопротивление контура повреждения является достаточно высоким (два сопротивления заземления), поэтому ток замыкания на землю может оказаться недостаточным для срабатывания защитного устройства от сверхтока.

Номинальный отключающий дифференциальный ток аппарата защиты, должен быть выбран таким образом, чтобы напряжение прикосновения не превышало сверхнизкого (малого) напряжения UI, т.е. 50 В

$$I\Delta n \leq \frac{50}{R_A}$$

I∆n: номинальный отключающий дифференциальный ток
RA: сопротивление цепи заземления.

СИСТЕМА TN

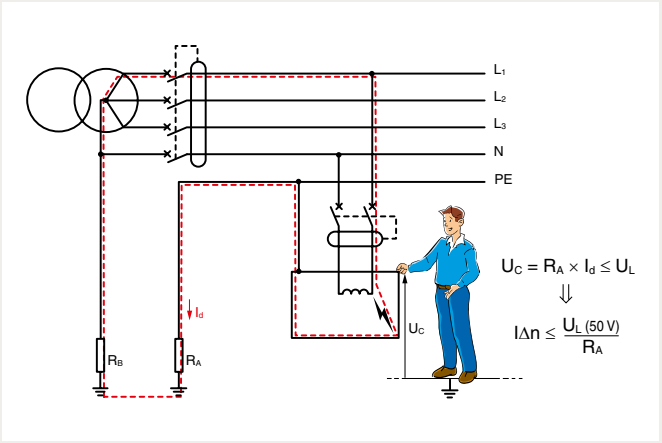
В системе TN защита при косвенном прикосновении реализуется с помощью устройств защиты от сверхтоков. Рекомендуется применение УДЗ, управляемого дифференциальным током.

Время отключения

Время отключения устройств защиты не должно превышать значений, указанных в приведенной ниже таблице.

На практике, когда цепь защищена автоматическим выключателем, не нужно проверять это требование. Тем не менее, если речь идет об автоматическом выключателе с задержкой срабатывания, то необходимо убедиться, что время его отключения не выходит за указанные значения.

Контур тока замыкания на землю в системе TT



Максимально допустимое сопротивление цепи заземления	
I∆n	**Сопротивление цепи заземления (Ом) UL: 50 В**
≤ 30 мА	> 500
100 мА	500
300 мА	167
1 А	50
3 А	17

Максимальное время отключения	
Номинальное напряжение питания U0 (В)	**Время отключения t0 (с); UL: 50 В**
50 < U0 ≤ 120	0,8
120 < U0 ≤ 230	0,4
230 < U0 ≤ 400	0,2
> 400	0,1

Воздействие электрического тока на тело человека (продолжение)

Ток повреждения

Принцип защиты основан на том, что в системе TN нарушение изоляции приводит к короткому замыканию фаза/нейтраль. Если ток повреждения достаточно большой, то защита осуществляется устройством защиты от сверхтоков. Это выражается следующей формулой:

$$I_d = \frac{U_0}{Z_s} \geq I_a$$

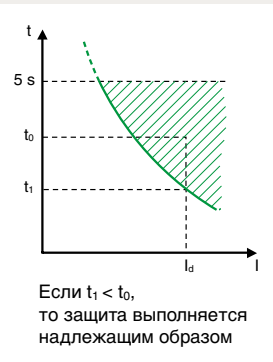
U_0: номинальное фазное напряжение
Z_s: полное сопротивление контура повреждения
I_a: ток, гарантирующий срабатывание устройства защиты в течении требуемого времени.

Максимальная длина защищаемых проводников

Для определения максимальной длины защищаемой электрической линии необходимо знать ток повреждения I_d . Его значение определяется током электромагнитного расцепителя I_m (или I_a) аппарата защиты.

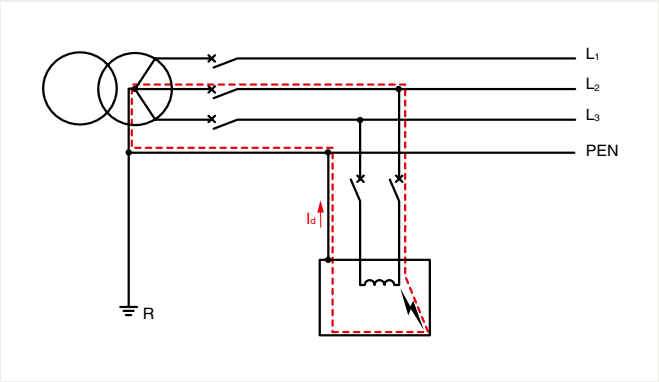
Защита предохранителями

Необходимо удостовериться, что ток повреждения расплавит предохранитель в течение определенного времени.
Это условие будет выполнено, если время t_1 плавления предохранителя при расчетном токе повреждения I_d меньше нормированного времени t_0.



Если $t_1 < t_0$,
то защита выполняется надлежащим образом

Контур повреждения в системе TN

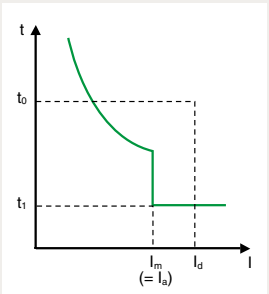


Защита автоматическими выключателями

При использовании в качестве устройств защиты автоматических выключателей необходимо убедиться, что ток повреждения превышает ток уставки электромагнитного расцепителя автоматического выключателя. Необходимо принимать в расчет самые неблагоприятные условия срабатывания. В случае применения автоматического выключателя DX необходимо брать макси-мальный порог отключения.

I_m: ток уставки электромагнитного расцепителя
I_d: ток повреждения
t_1: время срабатывания автоматического выключателя
t_0: максимальное время отключения (см. таблицу)

Если $I_d > 20\%$ и $t_1 < t_0$, то защита выполняется надлежащим образом



СИСТЕМА IT

Одиночное замыкание на землю или на открытые проводящие части

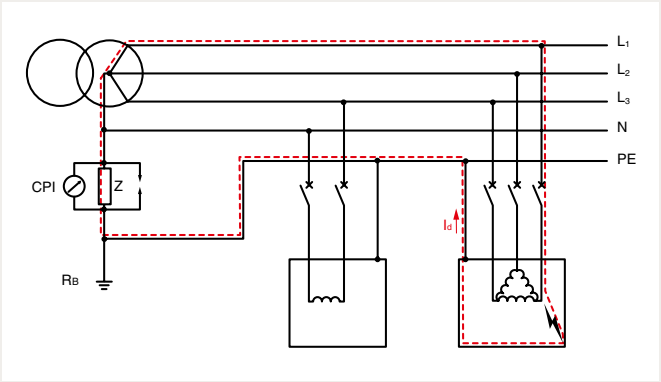
В системе IT автоматический выключатель не срабатывает при одиночном замыкании на землю или на открытые проводящие части. Благодаря высокому сопротивлению контура повреждения при одиночном замыкании, ток повреждения достаточно мал и напряжение прикосновения остается ниже сверхнизкого (малого) напряжения, что безопасно для человека. Для обнаружения наличия повреждения используется контроль изоляции сети (CPI).

Двойное замыкание на землю или на открытые проводящие части

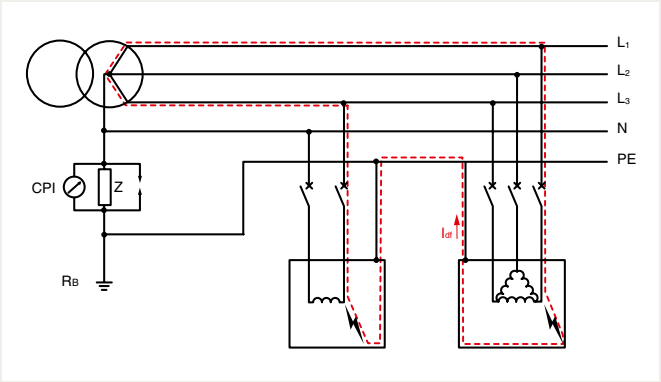
При двойном замыкании на землю или на открытые проводящие части выполняется защитное отключение. При двойном замыкании корпусы электроустановок соединены последовательно:
– корпусы электроустановок соединены последовательно через PE-проводник (рекомендуемая схема соединения): условия применения такие же, как в схеме TN
– корпусы электроустановок не соединены между собой и каждый корпус заземлен отдельно: условия применения такие же, как в схеме TT.

Если корпусы электроустановок соединены между собой, то при двойном замыкании ток повреждения не ограничен сопротивлением заземления.
Как и в схеме TN, нужно убедиться в том, что значение тока повреждения при двойном замыкании достаточно для срабатывания устройства защиты от сверхтока. Можно также применить правила для схемы TN.

Одиночное замыкание на землю в системе IT



Двойное замыкание на землю, корпусы соединены между собой



Воздействие электрического тока на тело человека (продолжение)

Ток двойного замыкания на землю или на открытые проводящие части определяется следующей формулой

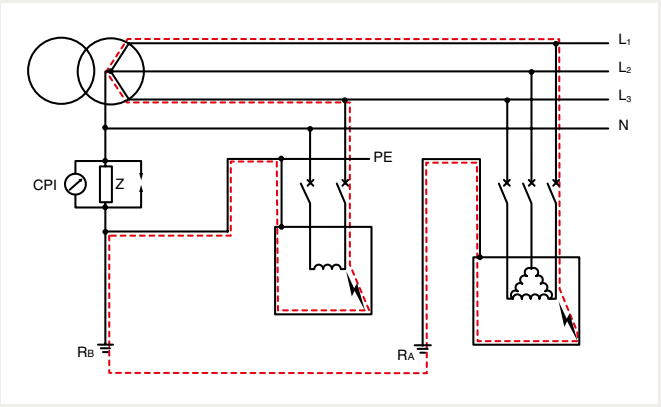
$$I_{df} = \frac{U'}{2Z_s} \geq I_a$$

I_{df}: ток двойного замыкания на землю или на открытые проводящие части
U': линейное напряжение, если отсутствует нейтраль, фазное напряжение, если нейтраль используется
Z_s: полное сопротивление контура повреждения
I_a: ток, обеспечивающий срабатывание устройства защиты за требуемое время.

Если корпуса электроустановок не соединены между собой, то ток повреждения каждой установки стекает в землю через отдельные заземлители, цепь тока двойного повреждения замыкается через землю, и ток ограничен сопротивлением двух устройств заземления. Ток повреждения оказывается слишком слабым, чтобы вызвать срабатывание устройств защиты от сверхтока, и при этом создаст опасное напряжение прикосновения. Поэтому в данной схеме каждая электроустановка должна быть оснащена УДЗ, управляемым дифференциальным током. Выбор параметров осуществляется так же, как и для схемы TT.

Максимальное время отключения в зависимости от напряжения	
Номинальное напряжение сети U_0 (В)	**Время отключения t_0 (с); U_L: 50 В**
50 < U_0 ≤ 120	0,8
120 < U_0 ≤ 230	0,4
230 < U_0 ≤ 400	0,2
> 400	0,1

Двойное замыкание на открытые проводящие части, корпуса электроустановок не соединены между собой



Если корпус понижающего трансформатора источника питания не соединен с корпусами других электроустановок, то УДЗ, управляемое дифференциальным током, должно быть включено на вводе питания в электроустановку. Это же требование должно соблюдаться, если устройство заземления ограничителя перенапряжения не соединено с группой соединенных между собой корпусов.

Проверка максимальной длины защищаемых проводников

Для проверки достаточно убедиться в том, что ток повреждения превышает ток уставки электромагнитного расцепителя автоматического выключателя. Необходимо принять в расчет самое неблагоприятное значение тока повреждения: верхние предельные значения кривых срабатывания B (5 x In), C (10 x In) или D (20 x In).
Руководство UTE C 15-105 кроме оценки максимальных длин проводников, защищаемых от минимальных токов короткого замыкания, дает также методику простого подсчета длины (названную условной).
Эта методика действительна для цепей, расположенных далеко от источника питания (вспомогательные цепи и цепи нагрузки) и не запитываемых от генератора.
Этот метод предполагает, что в случае короткого замыкания, напряжение в начале поврежденной цепи равно 80% от номинального напряжения питающей сети. Это означает, что полное сопротивление поврежденной цепи составляет 80% от полного сопротивления контура повреждения.

Сказанное можно выразить формулой:

$$0{,}8 \times U_0 = (R_a + R_{PE}) \times I_d$$

U_0: фазное напряжение (в вольтах)
R_{PE}: сопротивление части защитного проводника, входящей в контур повреждения
R_a: сопротивление токоведущих проводников, входящих в контур повреждения
I_d: ток замыкания на корпус

Эта формула может быть записана в следующем виде:

$$L_{max} = \frac{0{,}8 \times U_0 \times S_{ph}}{\rho \times (1 + m) \times I_a}$$

L_{max}: максимальная длина защищаемых проводников (в метрах)
U_0: фазное напряжение (в вольтах)
S_{ph}: сечение фазного проводника поврежденной цепи (в мм^2)
m: соотношение сечений фазного и защитного проводников S_{ph}/S_{PE}
ρ: удельное сопротивление жилы проводника (в Ом·м/мм^2), 0,025 для меди и 0,035 для алюминия.
I_a: ток расцепителя автоматического выключателя.

При питании от системы IT электроустановок с соединенными между собой корпусами ток повреждения представляет собой ток двойного замыкания на землю или на открытые проводящие части. Так как невозможно определить в каком месте произойдет замыкание второй фазы, делают предположение, что вторая поврежденная цепь обладает теми же характеристиками, что и первая. Поэтому предыдущая формула преобразуется следующим образом:

$$L_{max} = \frac{1}{2} \times \frac{0{,}8 \times U' \times S_a}{\rho \times (1 + m) \times I_a}$$

L_{max}: максимальная длина защищенных проводников (в метрах)
U': линейное напряжение, если отсутствует нейтраль; фазное напряжение, если используется нейтраль (в вольтах)
S_a: сечение части токоведущего проводника, входящего в контур повреждения (в мм^2); фазного проводника, если нейтраль не используется, и нейтрального проводника, если нейтраль используется
m: соотношение сечений токоведущего и защитного проводников Sa/Spe
ρ: удельное сопротивление жилы проводника (в Ом·м/мм^2), 0,025 для меди и 0,035 для алюминия
I_a: ток расцепителя автоматического выключателя.

Воздействие электрического тока на тело человека (продолжение)

По приведенным ниже таблицам можно определить максимальную длину защищаемых проводников в зависимости от режима нейтрали и от материала жилы проводника. Эти значения даны для цепей, в которых сечение защитного PE-проводника равно сечению фазных проводников. Если PE-проводник имеет меньшее сечение, то длину защищаемых проводников необходимо умножить на указанный в таблице коэффициент.

Поправочный коэффициент для максимальных теоретических длин защищаемых проводников в зависимости от режима нейтрали и от сечения защитного проводника

Режим нейтрали	m = S_{PE}/S_{ph}				
	1	0,5	0,33	0,25	0,2
TN 230/240 В	1	0,67	0,5	0,4	0,33
IT 400 В без нейтрали	0,86	0,58	0,43	0,34	0,28
IT 230/400 с нейтралью	0,5	0,33	0,25	0,2	0,16

Для алюминиевых проводников значение поправочных коэффициентов необходимо умножить на 0,62

В схеме IT с сечением нейтрального проводника меньшим, чем сечение фазного, необходимо использовать табличные данные с учетом фактического (уменьшенного) сечения нейтрального проводника.

Приведенные ниже таблицы позволяют определить максимальную длину защищаемых проводников, а не допустимые токи.

Максимальные теоретические длины защищаемых проводников (в метрах), определяемые по условиям защиты при косвенном прикосновении в зависимости от аппарата защиты и от сечения проводников ($S_{neutre}=S_{phase}$) для трехфазной цепи с нейтралью напряжением 400 В или однофазной цепи напряжением 230 В.

Автоматический выключатель серии DX или LR, тип C

S (мм²)	Номинальный ток (In) автоматического выключателя (в A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	300	150	100	60	38	30	24	19						
2,5	500	250	167	100	63	50	40	31	25					
4	800	400	267	160	100	80	64	50	40	32				
6		600	400	240	150	120	96	75	60	48	38			
10			667	400	250	200	160	125	100	80	63	50		
16			1067	640	400	320	256	200	160	128	102	80	64	
25				1000	625	500	400	313	250	200	159	125	100	80
35					875	700	560	438	350	280	222	175	140	112
50							800	625	500	400	317	250	200	160

Внимание! Указанные значения должны быть умножены на поправочный коэффициент, приведенный в таблице на стр. 25.

Автоматический выключатель серии DX или LR, тип B														
S (мм²)	Номинальный ток (In) автоматического выключателя (в A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	600	300	200	120	75	60	48	38						
2,5	1000	500	333	200	125	100	80	63	50					
4	1600	800	533	320	200	160	128	100	80	64				
6		1200	800	480	300	240	192	150	120	96	76			
10			1333	800	500	400	320	250	200	160	127	100		
16			2133	1280	800	640	512	400	320	256	203	160	128	
25				2000	1250	1000	800	625	500	400	317	250	200	160
35					1750	1400	1120	875	700	560	444	350	280	224
50							1600	1250	1000	800	635	500	400	320

Внимание! Указанные значения должны быть умножены на поправочный коэффициент, приведенный в таблице на стр. 25.

Автоматический выключатель серии DX, тип D														
S (мм²)	Номинальный ток (In) автоматического выключателя (в A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	150	75	50	30	19	15	12	9						
2,5	250	125	83	50	31	25	20	16	13					
4	400	200	133	80	50	40	32	25	20	16				
6		300	200	120	75	60	48	38	30	24	19			
10			333	200	125	100	80	63	50	40	32	25		
16			533	320	200	160	128	100	80	64	51	40	32	
25			833	500	313	250	200	156	125	100	79	63	50	40
35				700	438	350	280	219	175	140	111	88	70	56
50					625	500	400	313	250	200	159	125	100	80

Внимание! Указанные значения должны быть умножены на поправочный коэффициент, приведенный в таблице на стр. 25.

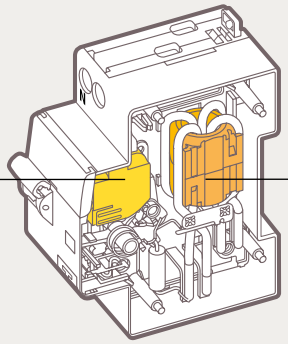
– Материал жилы: значения указаны для медных проводников. Для алюминиевых проводников эти значения нужно умножить на 0,62 при защите автоматическим выключателем и на 0,41 при защите плавкими предохранителями.
– Тип цепи: таблицы предназначены для однофазных цепей напряжением 230 В и трехфазных цепей напряжением 400 В с нулевым рабочим проводником.

Поправочные коэффициенты на длину проводников	
Трехфазная или двухфазная цепь 400 В	Поправочный коэффициент
Без нулевого рабочего проводника	1,72
С «полной» нейтралью	1
С «половинной» нейтралью	0,67

Устройства дифференциальной защиты

Принцип действия устройства дифференциальной защиты

Для выполнения своей функции устройство дифференциальной защиты должно обязательно включать в себя два следующих компонента:
– электромагнитный векторный сумматор токов — дифференциальный трансформатор тока
– магнитоэлектрическая защелка.
Это устройство непрерывно измеряет разницу между величиной входящего тока и величиной выходящего тока.



Магнитоэлектрическая защелка обеспечивает перевод в состояние ОТКЛ механизм расцепителя с контактной системой.

Пример: двухполюсное УДЗ с отключающим нейтральным полюсом.

Дифференциальный трансформатор тока измеряет дифференциальный ток в проводниках, питающих электроэнергией защищаемую электроустановку.

В случае возникновения утечки ток, возникающий в катушке тороида, начинает протекать через катушку реле разностного тока и наводит в сердечнике поле, что приводит к срабатыванию механизма расцепителя.

При отсутствии неисправности (повреждения изоляции):

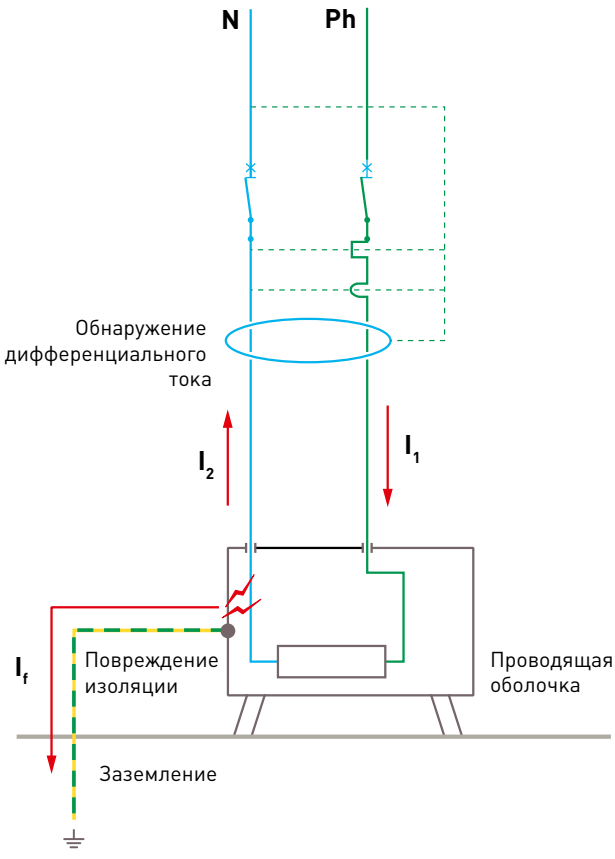
$$I_1 = I_2$$

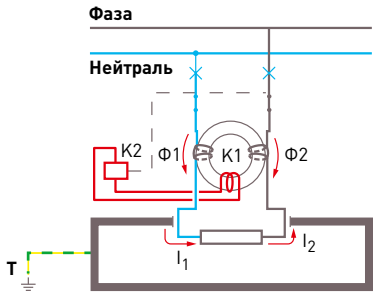
В аварийном случае векторная сумма токов не равна нулю, что приводит к появлению **дифференциального тока.**

$I_1 \neq I_2$ и при $I_1 > I_2$. $I_1 - I_2 = I_f$
(If : ток утечки)

Как только эта разница достигает тока уставки УДЗ (IΔ), пусковой механизм обеспечивает расцепление главных контактов соединенного с ним выключателя или другого устройства.

$\frac{I_{\Delta n}}{2} \leqslant I_\Delta \leqslant I_{\Delta n}$ или для тока 30 мА
возможно срабатывание в диапазоне от 15 до 30 мА ($\frac{I_{\Delta n}}{2}$ и $I_{\Delta n}$)





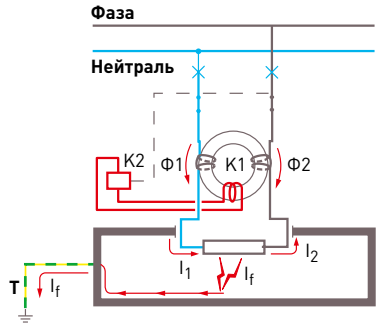
Значение входящего тока (фазный проводник) равно значению выходящего тока (нейтральный проводник). При отсутствии дифференциального тока магнитный поток вокруг катушки K1 не создается.

Обмотка реле K2 пускового механизма не возбуждается. Контакты остаются в замкнутом состоянии.

$I_f = 0$ так как:

$I_1 = I_2$

$\Phi_1 = \Phi_2$

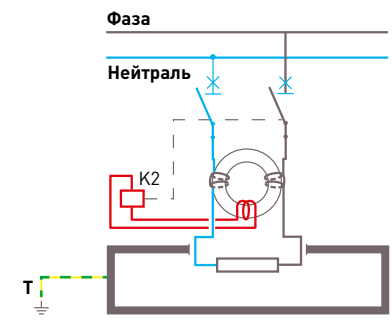


Значение входящего тока (фазный проводник) отличается от значения выходящего тока (нейтральный проводник). Дифференциальный ток создает магнитный поток в катушке K1, который генерирует ток, воздействующий на катушку пускового механизма K2, что приводит к механическому срабатыванию устройства дифференциальной защиты.

$I_f \neq 0$ так как:

$I_1 > I_2$

$\Phi_1 > \Phi_2$



Контакты разомкнуты, оборудование автоматически отключено от напряжения.

Устройства дифференциальной защиты (продолжение)

Конструкции устройств дифференциальной защиты, двухполюсного и четырехполюсного

1. **Силовые контакты**
2. **Механическое блокирующее устройство или замок**
3. **Приспособление для возврата в исходное состояние**
4. **Тороидальная катушка**
5. **Главные обмотки**
6. **Катушка цепи обнаружения дифференциального тока**
7. **Пусковой механизм**
8. **Тепловые* и электромагнитные* расцепители**
9. **Кнопка для подключения сопротивления при тестировании**

*** Отсутствует в автоматических выключателях, управляемых дифференциальным током без защиты от сверхтоков**

При отсутствии неисправности:

Магнитный поток в тороидальной катушке будет нулевым.

$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 + \vec{I}_n = 0$$

Следовательно, наведения тока в катушке цепи обнаружения дифференциального тока не будет.

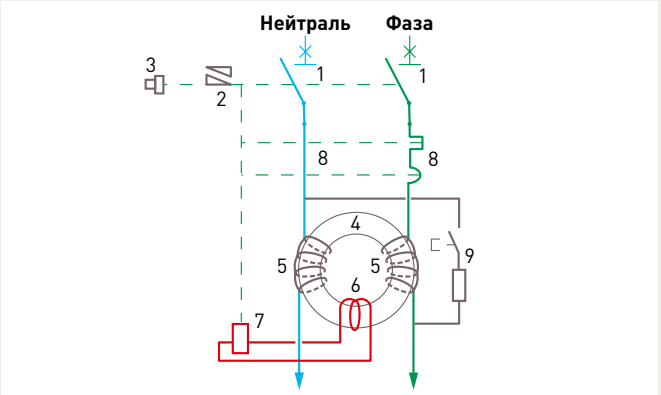
В аварийном случае:

$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 + \vec{I}_n \neq 0$$

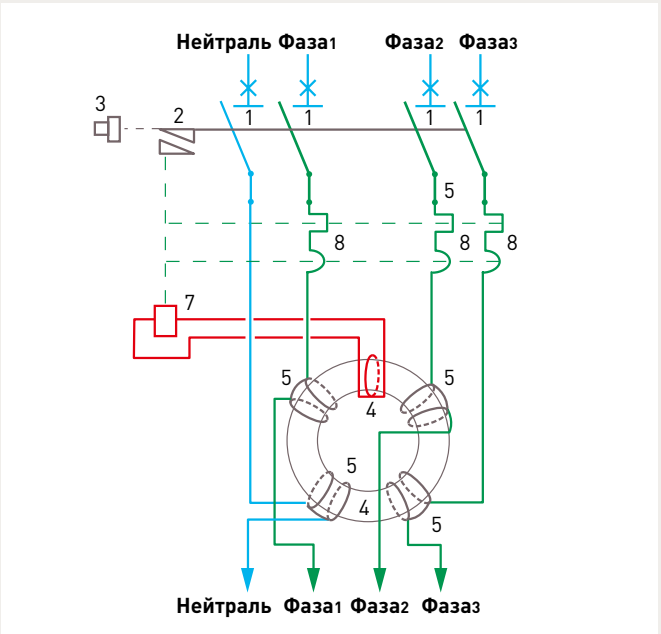
Магнитный поток в катушке будет отличаться от ноля, следовательно, в катушке цепи обнаружения дифференциального тока будет наведен ток и это вызовет срабатывание выключателя.

Кроме того, в выключателях, управляемых дифференциальным током, имеются кнопки для проведения периодических проверок работоспособности аппаратов.

При нажатии этой кнопки нарушается равновесное состояние, и таким образом провоцируется срабатывание устройства защиты.



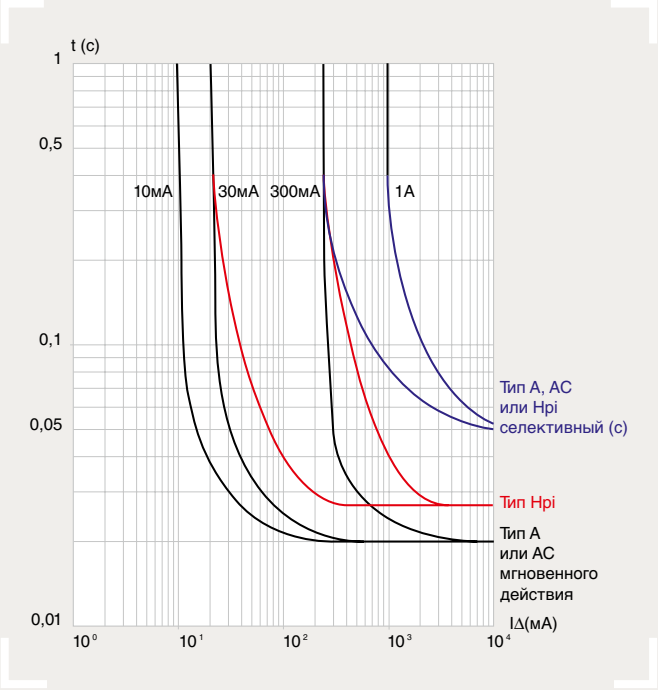
Двухполюсный автоматический выключатель дифференциального тока с отключающим нейтральным полюсом



Четырехполюсный автоматический выключатель дифференциального тока

Типы устройств дифференциальной защиты

Тип AC - стандартные применения:
Устройства дифференциальной защиты типа AC реагирующие на дифференциальный синусоидальный переменный ток. В большинстве случаев (стандартные применения) они используются для обнаружения переменных дифференциальных токов частотой 50/60 Гц.



Время-токовые характеристики устройств дифференциальной защиты

Тип A - специфические применения:
для специализированных линий
Устройства дифференциальной защиты типа A обладают всеми характеристиками устройств типа AC. Они реагируют на синусоидальный переменный и пульсирующий постоянный дифференциальные токи. Используются в тех случаях, когда токи утечки не являются синусоидальными. Хорошо подходят для применения в специализированных линиях:

- В жилых помещениях, в цепях кухонных плит, печей и стиральных машин.
- В других электроустановках, в цепях, в которых используются устройства класса 1, способные производить токи утечки с постоянной составляющей, регуляторы скорости с преобразователями частоты и др. устройства.

Тип Hpi - специальные применения
Устройства дифференциальной защиты типа Hpi, с высоким уровнем нечувствительности (стойкость к нежелательным срабатываниям превышает требования стандарта), способны обнаруживать дифференциальные переменной и пульсирующей постоянной составляющими (тип A). Функционируют при температуре окружающей среды от -25 до +40 °C, применяются в следующих специальных случаях:

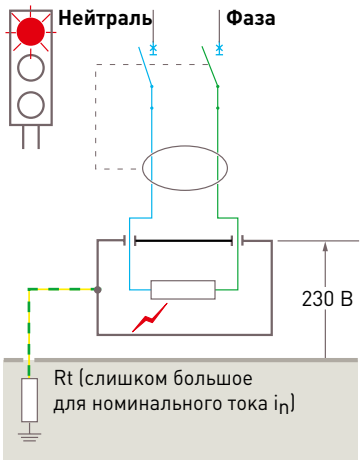
- При существовании опасности потери важной информации: в линиях питания компьютерной техники (оборудование банков, аппаратура военных баз, системы бронирования мест)
- Для предотвращения опасных сбоев оборудования (автоматизированная техника, медицинское оборудование, холодильные камеры..)
- Места, в которых существует высокая вероятность удара молнии
- Объекты с линиями питания, подверженными сильным перегрузкам (из-за применения люминесцентных ламп...)
- Объекты с линиями большой протяженности.

ВНИМАНИЕ!

Высокочувствительные (HS) устройства дифференциальной защиты позволяют обеспечить защиту только в случае неисправности основных устройств защиты. Одних этих средств не достаточно для обеспечения полной защиты, тем более что они не защищают от прямых прикосновений фаза/фаза или фаза/нейтраль, а только от прикосновений типа фаза/земля.

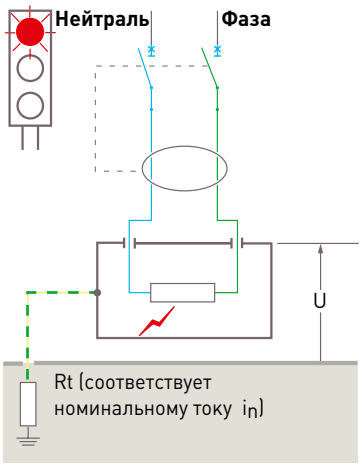
Краткие выводы:
установка устройства дифференциальной защиты необходима

БЕЗ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ИЛИ ПРИ ОТСОЕДИНЕНИИ ОТ ЗЕМЛИ



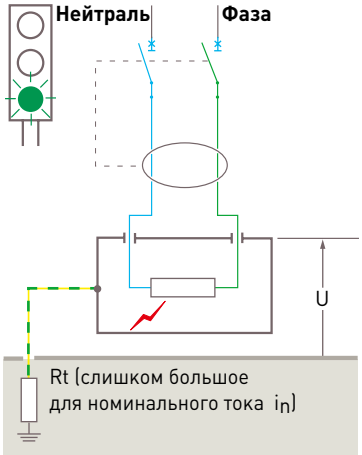
Устройство дифференциальной защиты не обнаружит разницу между входящим в электроустановку током и током, выходящим из нее. К металлической токопроводящей части будет приложено напряжение 230 В. Если человек дотронется до корпуса, к нему будет также приложено напряжение 230 В! В показанном случае устройство дифференциальной защиты с током уставки 300 мА не сможет обеспечить должную защиту. Защитить сможет только устройство с током уставки 30 мА, но при этом человек все равно будет подвергнут электрическому удару.

НЕПРАВИЛЬНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ



При слишком большом сопротивлении заземлителя ток утечки будет ниже тока срабатывания устройства дифференциальной защиты 300 или 500 мА. Поэтому устройство не будет срабатывать и, следовательно, не будет обеспечивать никакой защиты. Токопроводящая часть будет находиться под опасным напряжением. Неправильное заземление может быть также вызвано ослаблением винтов заземляющих зажимов. В таком случае только устройство дифференциальной защиты с уставкой 30 мА может помочь предотвратить электрический удар.

ПРАВИЛЬНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ



Поскольку ток утечки превышает номинальный ток УДЗ, то при его обнаружении контакты будут разомкнуты и установка отключена от напряжения.
В таком случае защитное устройство сработает до того, как человек соприкоснется с металлической токопроводящей частью.

ПРИМЕЧАНИЕ. После обнаружения срабатывания устройства дифференциальной защиты не следует сразу же пытаться снова подключить напряжение к оборудованию.
Сначала необходимо найти причину неисправности и устранить ее.

ВНИМАНИЕ! Если заземление выполнено не надежно или оборудование плохо подсоединено к заземлителю, для защиты при косвенных прикосновениях следует вместо устройств защиты с уставкой 300 мА использовать устройства с уставкой 30 мА.

Преимущества автоматических выключателей с размыкающим нейтральным полюсом и АВДТ

Применение автоматических выключателей с размыкающим нейтральным полюсом серии DNX обеспечивает быструю диагностику неисправности в цепях, защищаемых ВДТ (УЗО).

Приведем пример классической схемы поиска неисправности.

Для того, чтобы найти неисправную цепь требуется взвести ВДТ. Если оно взводится, то в электроустановке произошла утечка тока на землю. В этом случае необходимо провести общий контроль состояния изоляции и проверить работоспособность ВДТ нажатием кнопки «Тест».

Если устройство взводится и срабатывает, то это означает, что в электроустановке имеет место дефект изоляции, либо неисправен ВДТ.

В этом случае необходимо отключить все автоматические выключатели, защищаемые ВДТ.

Если автоматические выключатели однополюсные или трехполюсные и не размыкают нулевые рабочие проводники, то с учетом того, что утечка тока возможна и с нулевого рабочего проводника, для обнаружения дефектной цепи возможно понадобится выполнить отсоединение всех нулевых рабочих проводников от сборной шины.

Если применены автоматические выключатели DNX (см. рисунок 1), то отключение всех нулевых рабочих проводников от сборной шины не потребуется.

Еще одним важным преимуществом является возможность применения гребенок, которые не только ускоряют и упрощают монтаж, но и исключают многие ошибки при монтаже, которые могут приводить к нарушению работоспособности НКУ.

Рис. 1

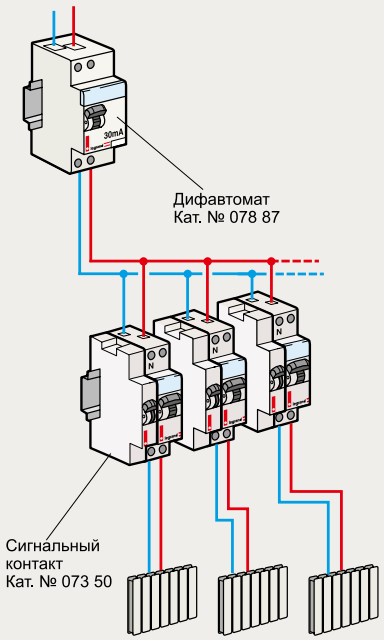


Рис. 2. Пример использования дифавтомата

Преимущества АВДТ

Основное преимущество дифавтомата заключатся в том, что он состоит из двух четко скоординированных устройств: автоматического выключателя и блока дифференциальной защиты. Это позволяет повысить надежность защиты, которая будет обеспечиваться устройством, способным как отключать высокие токи КЗ до 10 кА, так и обладающим высокой чувствительностью к токам утечки на землю.

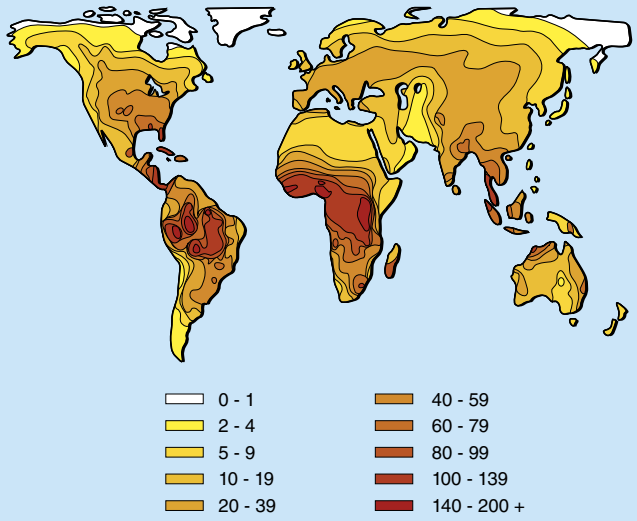
Благодаря высокому быстродействию дифференциальные автоматы с уставкой 10 и 30 мА, обеспечивают эффективную защиту человека от поражения электрическим током, например, в результате повреждения изоляции. При этом дифавтомат обеспечивает эффективную защиту электрооборудования от сверхтоков.

Применение дифавтоматов позволяет значительно сэкономить место в электрощите, упростить и ускорить электромонтажные работы.

Грозовой разряд, его действие и последствия

В силу своей природы грозовые разряды очень часто имеют драматические последствия для электрических установок.
Знание этого явления существенно для оценки риска и выбора наилучшего оборудования для защиты.

Вероятность воздействия грозового разряда: среднегодовое количество гроз



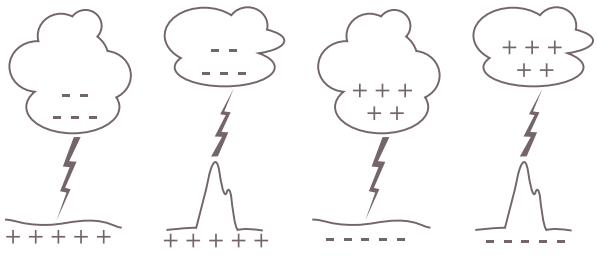
Явление грозового разряда

Грозовой разряд – это чрезвычайно мощный электрический разряд, вызванный нарушением равенства потенциалов облаков или облака и земли. Токи в молниях достигают 10-100 кА, нарастая за считанные микросекунды.

Грозовой разряд может причинить значительный ущерб.
– Грозовой разряд «облако-земля»: сначала «ступенчатый лидер» прокладывает проводящий канал, спускающийся от облака к земле. По этому каналу в обратном направлении и происходит разряд.
– Грозовой разряд «земля-облако»: «лидер» поднимается к облаку от точки, связанной с землей (дерево, сооружение, молниеотвод и т.д.).
Разряд происходит в обратном направлении, сопровождается световой вспышкой (молнией) и звуком (громом). Ток грозового разряда достигает сотен килоампер.

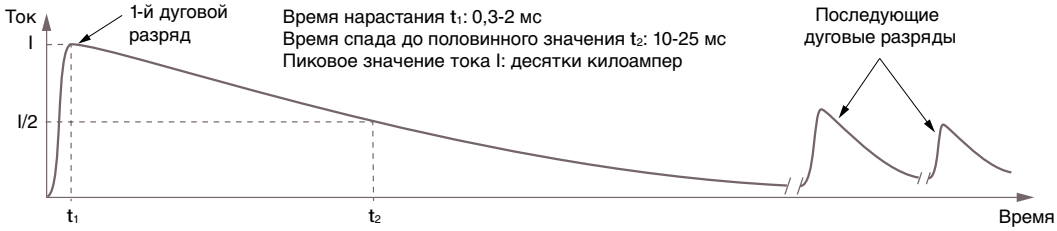
РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ ГРОЗОВЫХ РАЗРЯДОВ НА ЗЕМЛЮ

В зависимости от направления развития разряда и знака заряда различают четыре типа грозовых разрядов на землю



Отрицательный облако-земля | **Положительный земля-облако** | **Положительный облако-земля** | **Отрицательный земля-облако**

Типичная форма тока грозового разряда



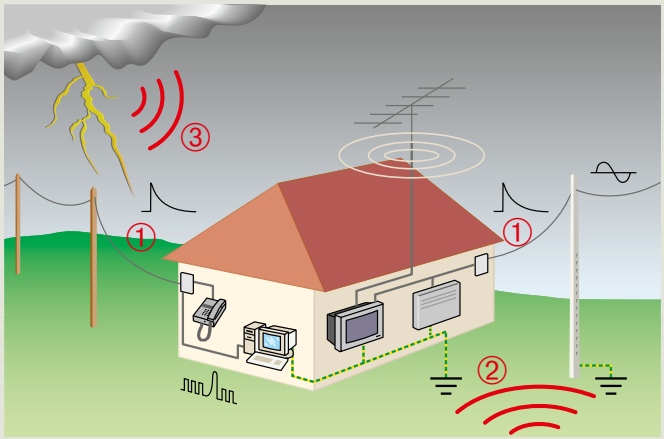
Грозовой разряд прямо или косвенно порождает следующие эффекты:
– тепловой (возгорания, пожары);
– электродинамический (ослабление контактных зажимов);
– возрастание потенциала поверхности земли (угроза смерти от удара током);
– перенапряжения в несколько тысяч вольт и разрушительные наведенные токи (повреждения электрического и электронного оборудования, сбои в его работе).

Прямые эффекты

В месте удара грозовой разряд порождает:
– прямой тепловой эффект (плавление, огонь), вызываемый электрической дугой;
– тепловой и электродинамический эффекты из-за прохождения тока грозового разряда;
– взрывной эффект (ударная волна) из-за резкого расширения воздуха.

Косвенные эффекты

Ток грозового разряда и его воздействия могут достигать оборудования тремя путями:
– по воздушным линиям (электричество, связь, телевидение и т.д.) ①
– по земле, за счет повышения ее потенциала и попадания его на устройства заземления ②
– из-за наведения токов в замкнутых контурах оборудования ③



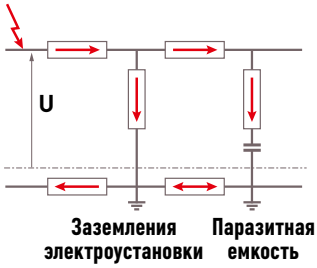
Ток грозового разряда создает перенапряжения в токоведущих кабелях ① и в заземляющих проводниках ② или через индуктивное и емкостное сопротивление непосредственно в питающей сети ③, что вызывает повреждение подсоединенного электрического и электронного оборудования.

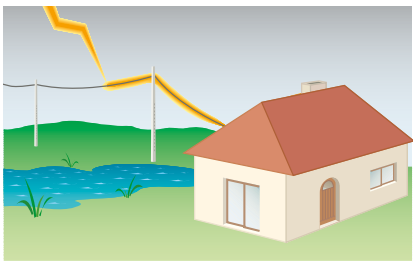
Индуктивный эффект грозового разряда ощутим в радиусе 1 км, гальванический – в радиусе более 10 км.

Грозовой разряд, его действие и последствия (продолжение)

Упрощенные электрические модели перенапряжений, вызванных грозовыми разрядами

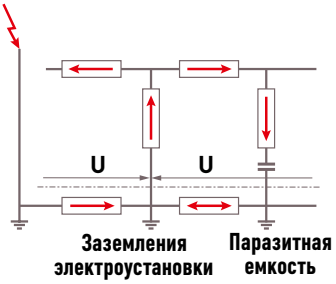
Перенапряжения на входе линий электропередачи

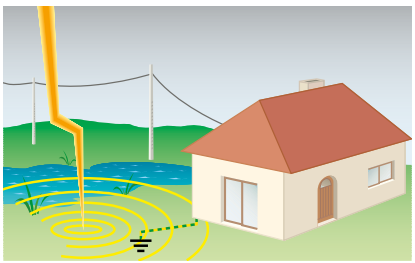




При ударе молнии в воздушные линии электропередачи в высоковольтных и низковольтных сетях возникают перенапряжения в несколько тысяч вольт.

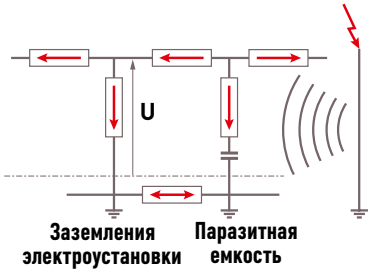
Проникновение через землю

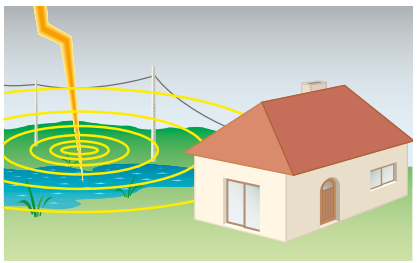




Удар молнии в землю вызывает возрастание потенциала земли, распространяющегося к оборудованию.

Перенапряжение, наведенное в контуре





При грозовом разряде возникает электромагнитное поле с широким спектром частот, наводящее в контурах оборудования токи, достигающие разрушительных величин.

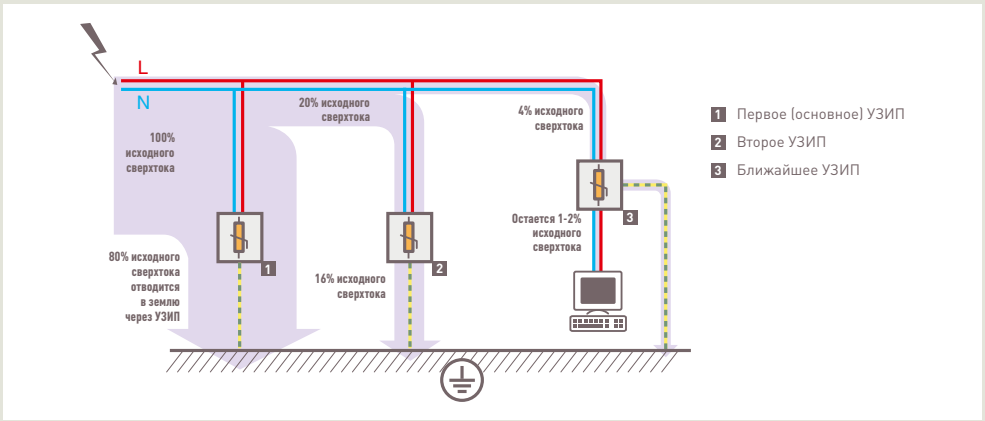
Активная защита: устройства для защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП)

УЗИП – это пассивный компонент, переходящий в активное состояние под воздействием грозового разряда. По сути это автоматический выключатель, замыкающий под воздействием кратковременного перенапряжения (атмосферного происхождения) цепь для прохождения тока. Причиной возникновения перенапряжения могут стать не только грозовые разряды, но и процессы переключений в системе электроснабжения, например в таких случаях, как переключение трансформаторов, электродвигателей или любых индуктивностей, внезапные изменения нагрузки, отключение защитных автоматов и разъединителей (в распределительных шкафах).

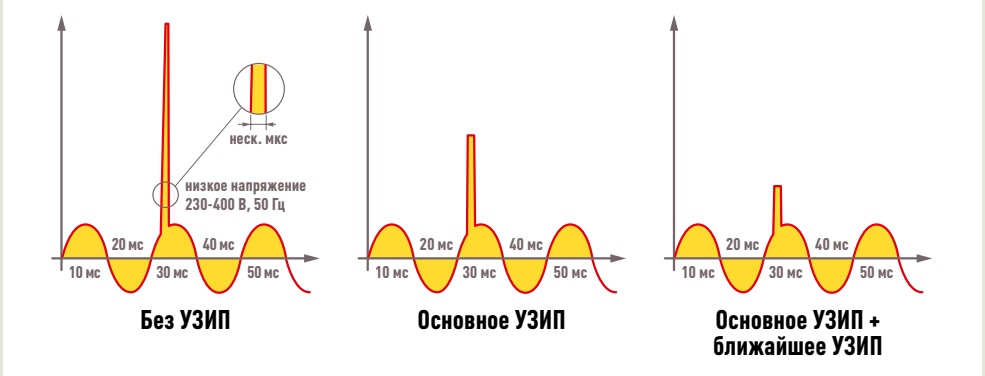
Кроме того, перенапряжения могут быть следствием работы дуговых печей, сварочных аппаратов, тиристорных устройств и др.
Одиночное УЗИП может оказаться недостаточным для эффективной защиты всей электроустановки, поскольку при этом не исключается попадание на него остаточного перенапряжения.
Добавив один-два УЗИП, можно получить каскадную защиту, при этом:

– величина остаточного напряжения снижается до величины меньшей, чем Up последнего УЗИП, и до приемлемого для электроустановки уровня;
– еще большая часть сверхтока отводится в землю.

Принцип действия активной защиты



Снижение перенапряжения каскадом УЗИП



Устройства для защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП)

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТИПЫ

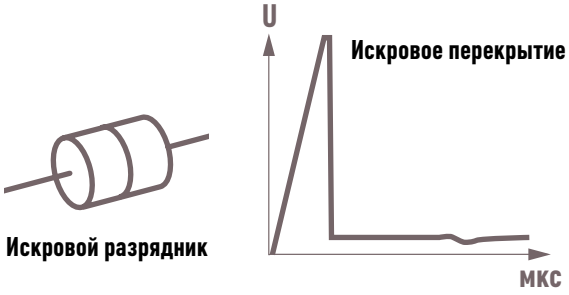
УЗИП характеризуются:
– импульсным разрядным током;
– уровнем напряжения защиты.

Существует три основных уровня защиты УЗИП:
– класс 1 (УЗИП для использования в сооружениях с молниеотводами) характеризуется импульсным разрядным током в форме стандартной волны 10/350 мкс, ближайшей к прямой волне тока грозового разряда. Поэтому способность такого УЗИП к разряду энергии велика и оно используется для снижения разности потенциалов между системой молниезащиты и электроустановкой во время прохождения грозового тока по молниеотводу. В помещениях такое УЗИП может быть заменено на УЗИП класса 2, расположенное около источника питания защищаемой электроустановки. Оно характеризуется параметром Iimp.
– класс 2 (УЗИП общего применения) характеризуется импульсным разрядным током в форме стандартной волны 8/20 мкс, ближайшей к волне тока, вызванным косвенным воздействием молнии. Такое УЗИП характеризуется параметром Imax.
– класс 3 (УЗИП для конечной защиты) характеризуется комбинированной волной напряжения 1,2/50 мкс и тока 8/20 мкс, а также параметром Uoc.

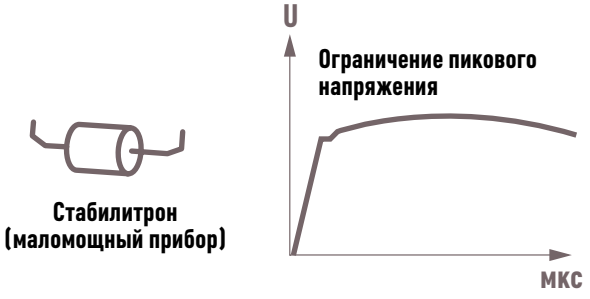
Компоненты, используемые в устройствах для защиты от импульсных перенапряжений

УЗИП в основном содержат компоненты трех типов: приведенные ниже вольт-временные характеристики отображают два режима работы:

> Пробой

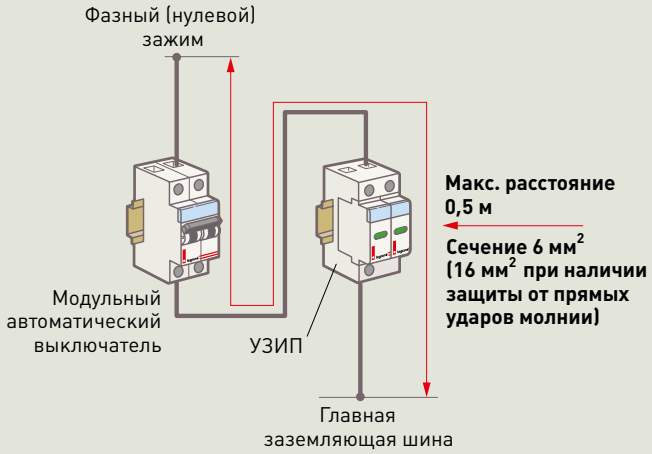


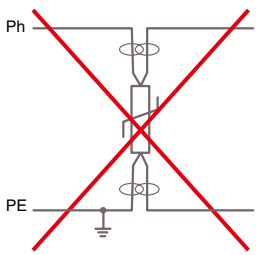
> Ограничение напряжения



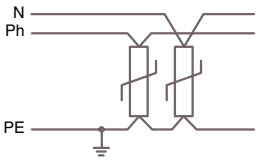
Принципы присоединения

Чтобы УЗИП выполняло свои функции наилучшим образом, его следует устанавливать:
– как отвод;
– сохранять минимально возможной длину соединительных проводников до фазного (нулевого) зажима и до главного заземляющего зажима (шины);
– учитывая правила электромагнитной совместимости (избегать образования петель, разносить кабели и токопроводящие металлические части).
При определенном расположении проводников возможна индуктивная связь между подходящими к УЗИП проводниками со стороны питания и со стороны нагрузки, что может привести к распространению перенапряжений по цепям электроустановки.

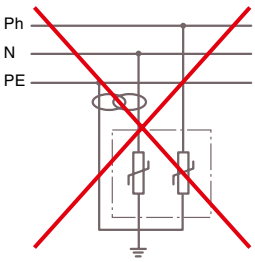




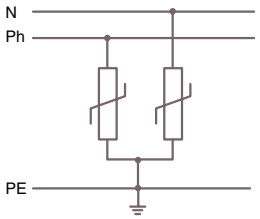
Проводники, подсоединяемые к УЗИП как со стороны питающей сети, так и со стороны нагрузки, имеют участки с общей трассой



Проводники, присоединенные к одним и тем же зажимам УЗИП, разнесены



Присоединенные к УЗИП прямые и обратные проводники не разнесены



Проводники, присоединенные к УЗИП, разнесены и имеют минимальную длину.

LR™
автоматические выключатели от 6 до 63 А

LR™
выключатели дифференциального тока от 25 до 63 А

6048 05

6048 35

6021 37

6021 53

Упак.	Кат. №	**Автоматические выключатели от 6 до 63 А**
		Отключающая способность 6 000 А – МЭК 6089895, 6 кА – МЭК 609472 Соответствуют ГОСТ Р 5034599 Напряжение 240 В / 415 В~ Напряжение 80 В= на полюс
		Однополюсные
	Тип C	Отключающая способность Icu: 6 кА (400 В~)
10	6048 02	6 А
10	6048 03	10 А
10	6048 05	16 А
10	6048 06	20 А
10	6048 07	25 А
10	6048 08	32 А
10	6048 09	40 А
10	6048 10	50 А
10	6048 11	63 А
		Двухполюсные
	Тип C	Отключающая способность Icu: 6 кА (400 В~)
5	6048 17	6 А
5	6048 18	10 А
5	6048 20	16 А
5	6048 21	20 А
5	6048 22	25 А
5	6048 23	32 А
5	6048 24	40 А
5	6048 25	50 А
5	6048 26	63 А
		Трехполюсные
	Тип C	Отключающая способность Icu: 6 кА (400 В~)
1	6048 32	6 А
1	6048 33	10 А
1	6048 35	16 А
1	6048 36	20 А
1	6048 37	25 А
1	6048 38	32 А
1	6048 39	40 А
1	6048 40	50 А
1	6048 41	63 А

Упак.	Кат. №	**Выключатели дифференциального тока тип AC от 25 до 63 А**
		Соответствуют МЭК / EN 61008196, ГОСТ 51326.199 Минимальная температура эксплуатации 25 °C
		Двухполюсные 30 мА
	Тип AC	Отключающая способность Icu: 6 кА (230 В~)
1	6021 36	25 А
1	6021 37	40 А
1	6021 38	63 А
		Двухполюсные 300 мА
	Тип AC	Отключающая способность Icu: 6 кА (400 В~)
1	6021 42	25 А
1	6021 43	40 А
1	6021 44	63 А
		Четырехполюсные 30 мА Нейтраль справа
	Тип AC	Отключающая способность Icu: 6 кА (400 В~)
1	6021 46	25 А
1	6021 47	40 А
		Четырехполюсные 300 мА Нейтраль справа
	Тип AC	Отключающая способность Icu: 6 кА (400 В~)
1	6021 53	40 А
1	6021 52	25 А

■ Техническая информация

- Номинальное напряжение: 240 В~ / 415 В~
- Максимальное напряжение: 80 В= на полюс (см. таблицу ниже)
- Допустимое кратковременное напряжение: 500 В~

■ Механические характеристики

Стойкость: 20 000 механических циклов
10 000 циклов под нагрузкой = In x cos φ 0,9

	In 63 A
Допустимые сечения проводников	25 мм² гибкие провода
	35 мм² жесткие провода
Момент затяжки	2,5 Нм

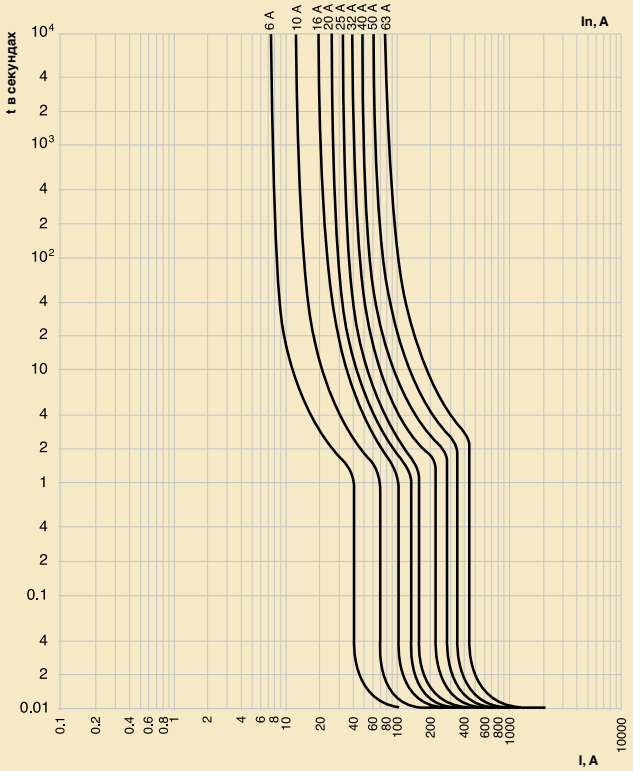
■ Изменение номинала в зависимости от количества установленных в ряд автоматических выключателей

Кол-во установленных рядом автоматических выкл.	От 1 до 3	От 4 до 6	От 7 до 9	Более 10
Коэффициент	1	0,8	0,7	0,6

■ Рассеиваемая мощность в Вт на полюс

In A	1	2	3	4	6	10	13	16	20	25	32	40
Тип C	2,1	2,1	2,4	2,5	1,1	1,1	1,3	1,5	1,7	2,4	3,1	4

■ Время-токовые характеристики автоматических выключателей LR тип C от 6 до 63 A



■ Температурные коэффициенты автоматических выключателей LR

	In в зависимости от температуры окружающей среды									
In	25 °C	10 °C	0 °C	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
6 A	7,5	7	6,6	6,4	6,18	6	5,8	5,6	5,4	5,2
10 A	12,5	11,5	11,1	10,7	10,3	10	9,7	9,3	9	8,7
13 A	16,3	15	14,3	13,9	13,4	13	12,6	12,1	11,7	11,3
16 A	20	18,7	18	17,3	16,6	16	15,4	14,7	14,1	13,5
20 A	25	23,2	22,4	21,6	20,8	20	19,2	18,4	17,6	16,8
25 A	31,5	29,5	28,3	27,2	26	25	24	22,7	21,7	20,7
32 A	41	37,8	36,5	34,9	33,3	32	30,7	29,1	27,8	26,5
40 A	51	48	46	44	42	40	38	36	34	32
50 A	64	60	57,5	55	52,5	50	47,5	45	42,5	40
63 A	80,6	75,6	72,5	69,9	66,1	63	59,8	56,1	52,9	50,4

■ Работа автоматических выключателей LR на постоянном напряжении

		Напряжение	1 полюс	2 полюса	3 полюса
Согласно МЭК 609472	Icu	48 В=	6 кА	6 кА	
		110 В=		6 кА	6 кА
		230 В=			
	Ics*	48 В=	100%	100%	
		110 В=		100%	100%
		230 В=			

* в % от Icu

DX™ Стандарт 6000 6 кА
автоматические выключатели

033 87

034 33

034 49

060 12

Отключающая способность
6000 А EN 60898 6 кА – EN 609472

Однополюсные 230/400 В~

Упак.	Кат. №		Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм
	Тип B	Тип C		
10	032 66	033 82	6	1
10	032 68	033 84	10	1
10	032 69	033 85	13	1
10	032 70	033 86	16	1
10	032 71	033 87	20	1
10	032 72	033 88	25	1
10	032 73	033 89	32	1
10	032 74	033 90	40	1
10	032 75	033 91	50	1
10	032 76	033 92	63	1

Двухполюсные 400 В~

	Тип B	Тип C	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм
5	033 08	034 29	6	2
5	033 10	034 31	10	2
5	033 11	034 32	13	2
5	033 12	034 33	16	2
5	033 13	034 34	20	2
5	033 14	034 35	25	2
5	033 15	034 36	32	2
5	033 16	034 37	40	2
5	033 17	034 38	50	2
5	033 18	034 39	63	2

Трехполюсные 400 В~

	Тип B	Тип C	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм
1	033 22	034 47	6	3
1	033 24	034 49	10	3
1	033 25	034 50	13	3
1	033 26	034 51	16	3
1	033 27	034 52	20	3
1	033 28	034 53	25	3
1	033 29	034 54	32	3
1	033 30	034 55	40	3
1	033 31	034 56	50	3
1	033 32	034 57	63	3

Четырехполюсные 400 В~

	Тип B	Тип C	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм
1	033 68	034 89	6	4
1	033 70	034 91	10	4
1	033 71	034 92	13	4
1	033 72	034 93	16	4
1	033 73	034 94	20	4
1	033 74	034 95	25	4
1	033 75	034 96	32	4
1	033 76	034 97	40	4
1	033 77	034 98	50	4
1	033 78	034 99	63	4

Однополюсные + нейтраль 230 В~

Отключающая способность
4500 А МЭК 898 4,5 кА

	Тип C	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм
10	060 12	2	1
10	060 15	6	1
10	060 17	10	1
10	060 19	16	1
10	060 20	20	1
10	060 21	25	1
10	060 22	32	1

DX™ 6000 10 кА
автоматические выключатели на токи до 63 А

064 88

065 66

Отключающая способность
6 000 А - МЭК 60 898 10 кА - МЭК 60 947-2
Класс ограничения 3 (до 32 А)

Однополюсные 230/400 В~

Упак.	Кат. №		Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм
	Тип B	Тип C		
1	061 52	063 68	1	1
1	061 53	063 69	2	1
1	061 54	063 70	3	1
1	061 56	063 72	6	1
10	061 58	063 74	10	1
10	061 59	063 75	13	1
10	061 60	063 76	16	1
1	061 61	063 77	20	1
1	061 62	063 78	25	1
1	061 63	063 79	32	1
1	061 64	063 80	40	1
1	061 65	063 81	50	1
1	061 66	063 82	63	1

Двухполюсные 400 В~

	Тип B	Тип C	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм
1	062 57	064 60	1	2
1	062 58	064 61	2	2
1	062 59	064 62	3	2
1	062 61	064 64	6	2
5	062 63	064 66	10	2
5	062 64	064 67	13	2
5	062 65	064 68	16	2
1	062 66	064 69	20	2
1	062 67	064 70	25	2
1	062 68	064 71	32	2
1	062 69	064 72	40	2
1	062 70	064 73	50	2
1	062 71	064 74	63	2

Трехполюсные 400 В~

	Тип B	Тип C	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм
1	062 77	064 80	1	3
1	062 78	064 81	2	3
1	062 79	064 82	3	3
1	062 81	064 84	6	3
1	062 83	064 86	10	3
1	062 84	064 87	13	3
1	062 85	064 88	16	3
1	062 86	064 89	20	3
1	062 87	064 90	25	3
1	062 88	064 91	32	3
1	062 89	064 92	40	3
1	062 90	064 93	50	3
1	062 91	064 94	63	3

Четырехполюсные 400 В~

	Тип B	Тип C	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм
1	063 48	065 55	1	4
1	063 49	065 56	2	4
1	063 50	065 57	3	4
1	063 52	065 59	6	4
1	063 54	065 61	10	4
1	063 55	065 62	13	4
1	063 56	065 63	16	4
1	063 57	065 64	20	4
1	063 58	065 65	25	4
1	063 59	065 66	32	4
1	063 60	065 67	40	4
1	063 61	065 68	50	4
1	063 62	065 69	63	4

DX™-D 6000 A 10кА
автоматические выключатели MCBs до 125 А тип D

066 36

066 62

DX™-D 6000 A 10кА и DX™-MA 25 кА

071 64

071 90

Отключающая способность
6000 А - IEC 60898 до 63 А - 400 В~
10000 А - IEC 60898 до 125 А - 400 В~
Магнитная уставка 10 и 14 In

Однополюсные 230/400 В~

Упак.	Кат. №	Тип D	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм	Отключающая способность (кА) IEC 609-47-2 230 В
1	065 75		1	1	15
1	065 76		2	1	15
1	065 77		3	1	15
1	065 79		6	1	15
1	065 81		10	1	15
1	065 83		16	1	15
1	065 84		20	1	15
1	065 85		25	1	15
1	065 86		32	1	15
1	065 87		40	1	10
1	065 88		50	1	10
1	065 89		63	1	10

Двухполюсные 400 В~

Упак.	Кат. №	Тип D	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм	Отключающая способность (кА) IEC 609-47-2 400 В	230 В
1	066 25		1	2	15	25
1	066 26		2	2	15	25
1	066 27		3	2	15	25
1	066 29		6	2	15	25
1	066 31		10	2	15	25
1	066 33		16	2	15	25
1	066 34		20	2	15	25
1	066 35		25	2	15	25
1	066 36		32	2	15	25
1	066 37		40	2	10	20
1	066 38		50	2	10	20
1	066 39		63	2	10	20
1	066 40		80	3	10	16
1	066 41		100	3	10	16
1	066 42		125	3	10	16

Трехполюсные 400 В~

Упак.	Кат. №	Тип D	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм	Отключающая способность (кА) IEC 609-47-2 400 В	230 В
1	066 45		1	3	15	25
1	066 46		2	3	15	25
1	066 47		3	3	15	25
1	066 49		6	3	15	25
1	066 51		10	3	15	25
1	066 52		13	3	15	25
1	066 53		16	3	15	25
1	066 54		20	3	15	25
1	066 55		25	3	15	25
1	066 56		32	3	15	25
1	066 57		40	3	10	20
1	066 58		50	3	10	20
1	066 59		63	3	10	20
1	066 60		80	4.5	10	16
1	066 61		100	4.5	10	16
1	066 62		125	4.5	10	16

Четырехполюсные - 400 В~

Отключающая способность
6000 А - IEC 60898 до 63 А - 400 В~
10000 А - IEC 60898 до 80-125 А - 400 В~
Магнитная уставка 10 и 14 In

Упак.	Кат. №	Тип D	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм	Отключающая способность (кА) IEC 609-47-2 400 В	230 В
1	066 65		1	4	15	25
1	066 66		2	4	15	25
1	066 67		3	4	15	25
1	066 68		4	4	15	25
1	066 69		6	4	15	25
1	066 71		10	4	15	25
1	066 72		13	4	15	25
1	066 73		16	4	15	25
1	066 74		20	4	15	25
1	066 75		25	4	15	25
1	066 76		32	4	15	25
1	066 77		40	4	10	20
1	066 78		50	4	10	20
1	066 79		63	4	10	20
1	066 80		80	6	10	16
1	066 81		100	6	10	16
1	066 82		125	6	10	16

Автоматические выключатели без тепловой защиты DX-MA 25 кА

Служат для защиты цепей вентиляции, дымоудаления
Отключающая способность
25 kA ГОСТ 50030.2-99 – 400 В~

Трехполюсный 400 В~

Упак.	Кат. №	Номин. ток (А)	Магнитная уставка в (А)	Количество модулей	Отключ. способн. ГОСТ 50030.2-99 (кА) 400 В~	230 В~
1	071 62	2,5	32	3	25	50
1	071 63	4	50	3	25	50
1	071 64	6,3	80	3	25	50
1	071 52	10	125	4,5	25	36
1	071 53	12,5	160	4,5	25	36
1	071 54	16	200	4,5	25	36
1	071 55	25	320	4,5	25	36
1	071 56	40	500	4,5	25	36
1	071 60	63	880	4,5	18	25

Четырехполюсные 400 В~

1	071 57	6,3	80	4	25	50
1	071 58	10	125	6	25	36
1	071 59	16	200	6	25	36
1	071 51	25	320	6	25	36
1	071 90	40	500	6	25	36
1	071 92	63	880	6	18	25

DX™-h 10000 25 кА

автоматические выключатели MCBs
высокой отключающей способности до 125 А

068 60

069 20

064 76

067 83

070 00

Технические характеристики (стр. 42)

Соответствуют IEC/EN 60 898
Отключающая способность
IEC/EN 60 898 10000 - 400 В~
25 кА – 12.5 кА - IEC 60947-2 - 400 В~

Отключающая способность:
50 кА - ГОСТ Р 50030.2-99 (МЭК 60947-2-98)

Однополюсные - 230/400 В~

Упак.	Кат. №				
	Тип B	Тип C	Номин. ток (A)	модулей по 17,5 мм	Откл. спос-ть (кА) IEC 60947-2 230 В / 400 В~
1	066 91	068 52	1	1	25
1	066 92	068 53	2	1	25
1	066 93	068 54	3	1	25
1	066 95	068 56	6	1	25
10	066 97	068 58	10	1	25
10	066 98	068 59	13	1	25
10	067 00	068 60	16	1	25
1	067 01	068 61	20	1	25
1	067 02	068 62	25	1	20
1	067 03	068 63	32	1	15
1	067 04	068 64	40	1	12.5
1	067 05	068 65	50	1	12.5
1	067 06	068 66	63	1	12.5
1		063 83	80	1.5	12.5
1		063 84	100	1.5	12.5
1		063 85	125	1.5	12.5

Трехполюсные - 400 В~

Упак.	Кат. №					
	Тип B	Тип C	Номин. ток (A)	модулей по 17,5 мм	Откл. спос-ть (кА) IEC 60947-2 400 В	230 В
1	067 72	069 32	1	3	25	50
1	067 73	069 33	2	3	25	50
1	067 74	069 34	3	3	25	50
1	067 76	069 36	6	3	25	50
1	067 78	069 38	10	3	25	50
1	067 79	069 39	13	3	25	50
1	067 80	069 40	16	3	25	50
1	067 81	069 41	20	3	25	50
1	067 82	069 42	25	3	20	50
1	067 83	069 43	32	3	15	50
1	067 84	069 44	40	3	15	50
1	067 85	069 45	50	3	12.5	25
1	067 86	069 46	63	3	12.5	25
1		064 95	80	4.5	12.5	16
1		064 96	100	4.5	12.5	16
1		064 97	125	4.5	12.5	16

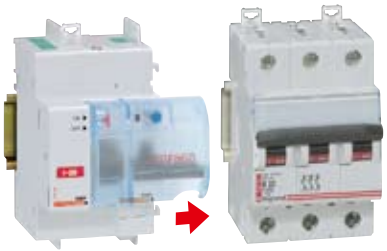
Двухполюсные - 400 В~

Упак.	Кат. №					
	Тип B	Тип C	Номин. ток (A)	модулей по 17,5 мм	Откл. спос-ть (кА) IEC 60947-2 400 В	230 В
1	067 52	069 12	1	2	30	50
1	067 53	069 13	2	2	30	50
1	067 54	069 14	3	2	30	50
1	067 56	069 16	6	2	30	50
1	067 58	069 18	10	2	30	50
1	067 59	069 19	13	2	30	50
1	067 60	069 20	16	2	30	50
1	067 61	069 21	20	2	30	50
1	067 62	069 22	25	2	25	50
1	067 63	069 23	32	2	20	50
1	067 64	069 24	40	2	20	50
1	067 65	069 25	50	2	15	25
1	067 66	069 26	63	2	15	25
1		064 75	80	3	16	25
1		064 76	100	3	16	25
1		064 77	125	3	16	25

Четырехполюсные - 400 В~

Упак.	Кат. №					
	Тип B	Тип C	Номин. ток (A)	модулей по 17,5 мм	Откл. спос-ть (кА) IEC 60947-2 400 В	230 В
1	068 32	069 92	1	4	25	50
1	068 33	069 93	2	4	25	50
1	068 34	069 94	3	4	25	50
1	068 36	069 96	6	4	25	50
1	068 38	069 98	10	4	25	50
1	068 39	069 99	13	4	25	50
1	068 40	070 00	16	4	25	50
1	068 41	070 01	20	4	25	50
1	068 42	070 02	25	4	20	50
1	068 43	070 03	32	4	15	50
1	068 44	070 04	40	4	15	50
1	068 45	070 05	50	4	12.5	25
1	068 46	070 06	63	4	12.5	25
1		065 70	80	6	12.5	16
1		065 71	100	6	12.5	16
1		065 72	125	6	12.5	16

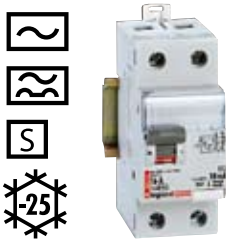
модульные автоматические выключатели DX-L 50 кА и АПП STOP&GO



073 81

ВДТ DX™

выключатели дифференциального тока (УЗО) – тип AC и A от 300 до 500 мА



090 53

091 47

Минимальная температура - 25°C

Модульные автоматические выключатели

1-полюсные – 230 В~

Упак.	Кат. № Тип C	Номин. ток (А)	модулей по 17,5 мм	Отключающая способность (кА) ГОСТ Р 50030.2-99 (МЭК 60947-2-98) 400 В	230 В
1	070 97	10	3	50	70
1	070 99	16	3	50	70
1	071 00	20	3	50	70
1	071 01	25	3	50	70
1	071 02	32	3	50	70
1	071 03	40	3	50	70
1	071 04	50	3	50	70
1	071 05	63	3	50	70

3-полюсные – 400 В~

1	071 27	10	6	50	70
1	071 29	16	6	50	70
1	071 30	20	6	50	70
1	071 31	25	6	50	70
1	071 32	32	6	50	70
1	071 33	40	6	50	70
1	071 34	50	6	50	70
1	071 35	63	6	50	70

Автоматический повторный привод STOP&GO

Устанавливается слева от аппарата
Автоматический возврат аппарата, к которому он присоединен, в исходное положение в случае срабатывания при кратковременном сбое
Перед повторным взводом тестирует электроустановку на отсутствие неисправностей
Звуковая и визуальная (индикатором) сигнализация неисправности (срабатывание выключателя, управляемого дифференциальным током, или короткое замыкание)

Упак.	Кат. №	Напряжение в цепи управления	Количество модулей
1	073 81	230 В перемен. тока	3

С периодическим тестированием подсоединенного выключателя, управляемого дифференциальным током

1	073 82	230 В перемен. тока	3

Двухполюсные 230 В~

Упак.	Кат. № Тип AC	Тип A	Номинал. ток (А)	Модулей по 17,5 мм
			10 мА	
1	089 06	090 53	16	2
			30 мА	
1	089 09	090 56	25	2
1	089 10	090 57	40	2
1	089 11	090 58	63	2
1	089 12	090 59	80	2
1	6027 10		100	2
			100 мА	
1	089 15		25	2
1	089 16		40	2
1	089 17		63	2
1	089 18		80	2
			300 мА	
1	089 27	090 74	25	2
1	089 28	090 75	40	2
1	089 29	090 76	63	2
1	089 30	090 77	80	2
1	6027 12		100	2
			300 мА селективное	
1	089 35	090 82	63	2

Четырехполюсные 400 В~ нейтраль с правой стороны

Упак.	Кат. № Тип AC	Тип A	Номинал. ток (А)	Модулей по 17,5 мм
			30 мА	
1	089 93	091 40	25	4
1	089 94	091 41	40	4
1	089 95	091 42	63	4
1	089 96	091 43	80	4
			100 мА	
1	089 99	091 46	25	4
1	090 00	091 47	40	4
1	090 01	091 48	63	4
1	090 02	091 49	80	4
			300 мА	
1	090 11	091 58	25	4
1	090 12	091 59	40	4
1	090 13	091 60	63	4
1	090 14	091 61	80	4
			500 мА	
1	090 23		25	4
1	090 24	091 71	40	4
1	090 25	091 72	63	4
1	090 26	091 73	80	4
			300 мА селективное	
1	090 18	091 65	40	4
1	090 19	091 66	63	4

DX™ стандарт 6000 10 кА

АВДТ (RCBO) до 63 А - Тип AC и Тип A
автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током со встроенной защитой от сверхтоков

078 86

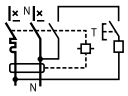
079 19

079 80

6064 00

Полюс + нейтраль 230 В~

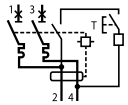
Нейтраль справа
Отключающая способность 6000 А - МЭК 61009-1 6 kA - IEC 60947-2



Упак.	Кат. № Тип C Тип AC	Тип A	Номинал. ток (A)	Модулей по 17,5 мм
			10 мА	
1	078 79	085 75	16	2
			30 мА	
1	078 81		3	2
1	078 83	085 79	6	2
1	078 84	085 85	10	2
1	078 86	085 87	16	2
1	078 87	085 88	20	2
1	078 88	085 89	25	2
1	078 89	085 90	32	2
1	078 90	085 91	40	2
			300 мА	
1	078 94		6	2
1	078 95		10	2
1	078 97		16	2
1	078 98		20	2
1	078 99		25	2
1	079 00		32	2
1	079 01		40	2

Двухполюсные - 230/400 В~

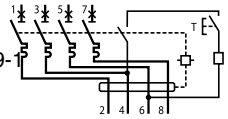
Отключающая способность 6000 А - МЭК 61009-1 10 kA - IEC 60947-2



Упак.	Кат. № Тип AC Кривая C	Номинал. ток (A)	Модулей по 17,5 мм
		10 мА	
1	077 45	10	4
1	077 46	16	4
1	077 47	20	4
		30 мА	
1	079 11	10	4
1	079 19	16	4
1	079 20	20	4
1	079 21	25	4
1	079 22	32	4
1	079 29	40	4
1	079 30	50	4
1	079 31	63	4
		300 мА	
1	079 44	10	4
1	079 46	16	4
1	079 47	20	4
1	079 48	25	4
1	079 49	32	4
1	079 50	40	4
1	079 51	50	4
1	079 52	63	4

Четырехполюсные 400 В~

Отключающая способность 6000 А - МЭК 61009-1 10 kA - IEC 60947-2



Упак.	Кат. № Тип C Тип AC	Тип A	Номинал. ток (A)	Модулей по 17,5 мм
			30 мА	
1	079 62	080 75	10	4
1	079 64	080 76	16	4
1	079 65	080 77	20	4
1	079 66	080 78	25	4
1	079 67	080 79	32	4
1	080 13		40	7
1	080 14		50	7
1	080 15		63	7
			300 мА	
1	079 75	080 84	10	4
1	079 77	080 85	16	4
1	079 78	080 86	20	4
1	079 79	080 87	25	4
1	079 80	080 88	32	4
1	080 31		40	7
1	080 32		50	7
1	080 33		63	7

1-полюсный - 230 В~

30 мА
Отключающая способность 10 кА

Упак.	Кат. № Тип AC Кривая C	Номинал. ток (A)	Модулей по 17,5 мм
1	6064 00	10	1
1	6064 01	16	1
1	6064 02	20	1
1	6064 03	25	1
1	6064 04	32	1
1	6064 05	45	1

Тип Hpi (высокая помехозащищенность)

Однополюсные + нейтраль 230 В~
Исключается возможность ложного срабатывания при кратковременных токах утечки
Чувствительны к постоянной составляющей (тип A). Работают при температурах до -25°C

30 мА

Кат. № Тип A Кривая C	Номинал. ток (A)	Модулей по 17,5 мм
085 64	10	2
085 65	16	2
085 66	20	2
085 67	25	2
085 68	32	2
085 69	40	2

аксессуары для MCBs до 125 A АВДТ и ВДТ

дополнительные принадлежности DX

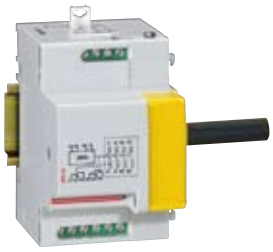
Для модульных автоматических выключателей, ВДТи АВДТ

073 50

073 54

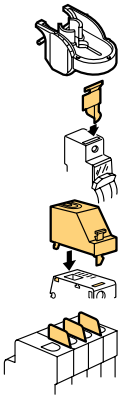
073 60

073 68


073 73

073 83

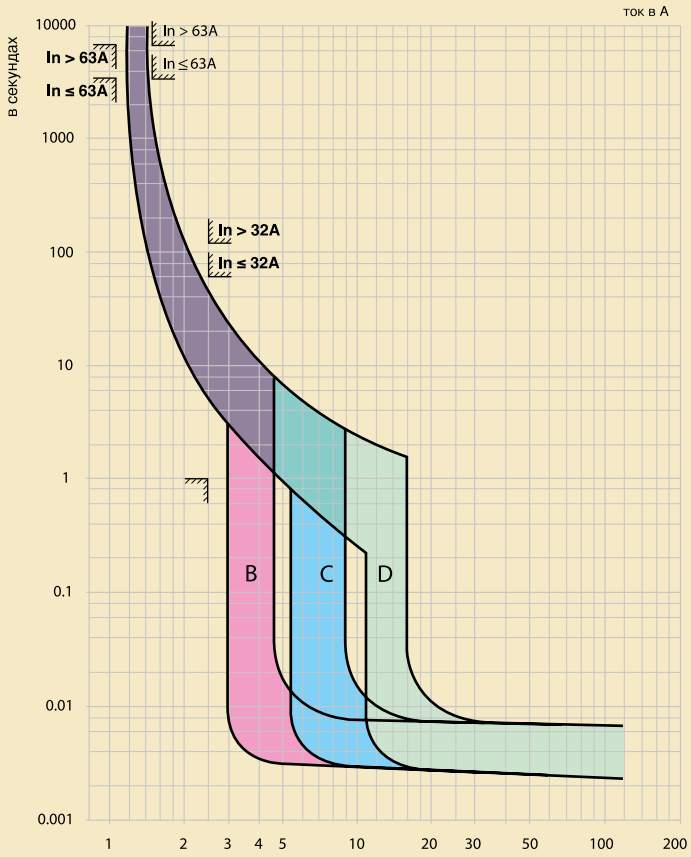
Упак.	Кат. №	Аксессуары для MCBs, АВДТ, ВДТ до 125 A	модулей по 17,5 мм
		Устанавливаются слева от MCB (максимум 3)(1) Не мешают применению гребенок Являются общими для DX, DX-h, DX-L MCBs и ВДТ DX	
		Сигнальные контакты	
1	073 50	Сигнальный переключающий контакт 6 A - 250 В~ Индицирует состояние выключателя	0.5
1	073 51	Контакт, сигнализирующий о срабатывании защиты 6 A - 250 В~ Индицирует отключение выключателя при перегрузке или КЗ	0.5
1	075 35	Реверсивный контакт 6 A - 250 В~	1
1	073 54	Сигнальный контакт 6 A - 250 В сигнал состояния + сигнал аварии может быть преобразован в 2 дополнительных контакта	1
		Аксессуары управления	
		Независимый расцепитель Для дистанционного отключения MCB	
1	073 60	12 - 48 В~ =	1
1	073 61	110 - 415 В~ = 110 - 125 В~ =	1
		Минимальный расцепитель Время задержки отключения от 0 до 300 мс	
1	073 68	230 В~	1
		Защитные аксессуары	
2	044 42	Блокиратор для замка с дужкой диаметром 4 мм или 6 мм для DX, DX-h, DX-L MCBs и 2-полюсных ВДТ	
1/3	044 43	Замок диам. 5 мм	
1	227 97	Замок диам. 6 мм	
2	044 44	Пломбируемая крышка винтов Для DX до 63 A DX-h MCBs (4 отдельных полюса)	
2	044 48	Разделительная перегородка Для MCBs от 80 A до 125 A и DX-L (4 отдельных полюса)	
1	044 47	Разделительная перегородка для DX MCBs DX-h и DX-L	



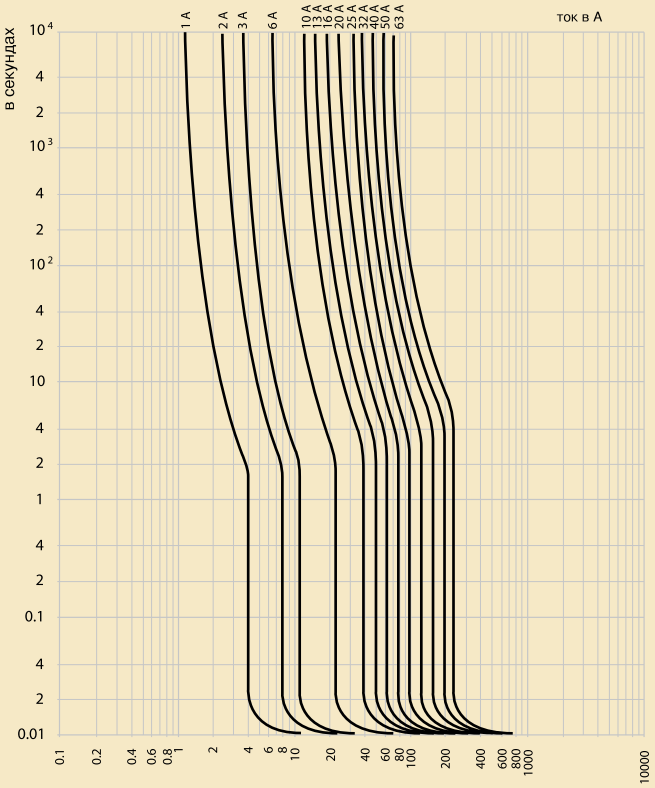
Упак.	Кат. №	Блок дистанционного управления(2)	Ширина модулей
		Защелкивается на рейку слева от аппарата. Комплектуется вспомогательным переключающим контактом и контактом сигнализации аварийного срабатывания 2 A, 230 В ~. Возможна блокировка навесным замком (∅ дужки 5 мм) в положении ОТКЛ.)	
		Блок электродвигательного привода Для дистанционного включения и отключения модульных автоматических выключателей DX, DX-H, DX-D (2-х, 3-х и 4-полюсн. 63 A) и АВДТ	
1	073 73	230 В ~	3
		Блок автоматического возврата в исходное состояние Автоматически выдает команду возврата в исходное состояние. Может подключаться к блоку электродвигательного привода. Используется для обеспечения непрерывной работы необслуживаемых электроустановок (преобразовательных подстанций, насосных станций и т.п.).	
1	073 83	230 В ~	2

(1) Не более одного дополнительного устройства управления и двух вспомогательных сигнальных контактов, из которых только один может быть шириной 0,5 модуля. Вспомогательные сигнальные контакты устанавливаются между модульным аппаратом и дополнительным устройством управления.
(2) Находится под управлением кнопки (без подсветки) или сухого контакта. Несовместим с выключателями с полюсами шириной 1,5 модуля (DX-H типоразмеров 80-125, DX-L), однополюсными выключателями (DX), 2-полюсными АВДТ (фаза/нейтраль) шириной 2 модуля (DX), 1-полюсными АВДТ и УЗО-Д (УЗО).

■ Время-токовые характеристики
MCBs

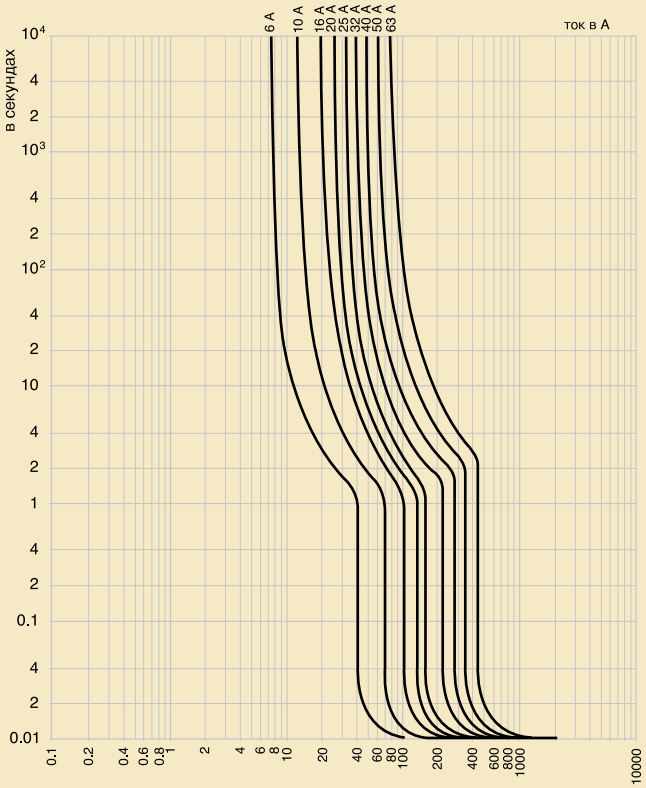


■ MCBs время-токовые характеристики
DX/D-h Тип B от 1 A до 63 A



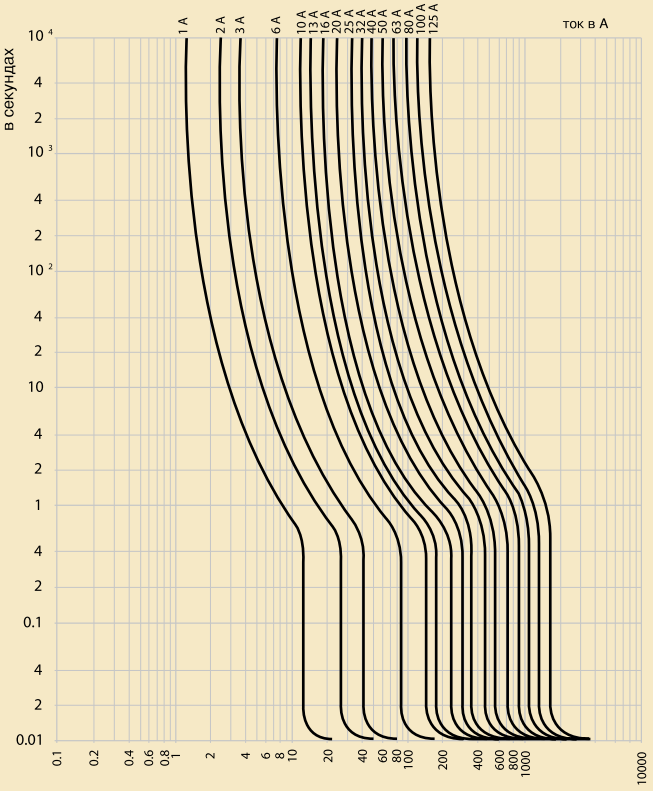
Соответствуют IEC 60898, Тип B, уставка защиты от КЗ 3 - 5 In

■ MCBs время-токовые характеристики
DX C от 1 A до 63 A и DX-h от 1 до 125 A
DX-L C от 10 до 63 A



Соответствуют IEC 60898, Тип C, уставка защиты от КЗ 5 - 10 In

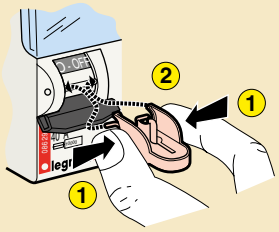
■ MCBs время-токовые характеристики
DX-D 15 6000 A и 25 кА тип D от 1 A до 125 A



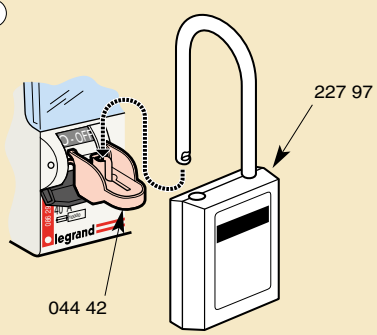
Соответствуют IEC 60898, Тип D, уставка защиты от КЗ 10 - 20 In

■ Установка блокиратора для замка с дужкой Кат. № 044 42

1

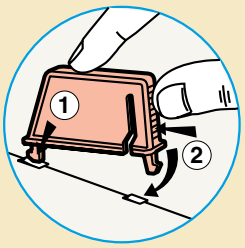


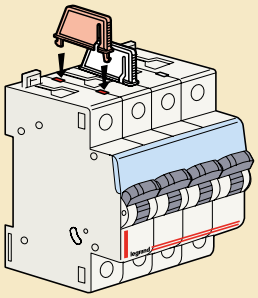
2



3

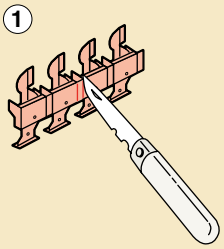
■ Установка разделительной перегородки Кат. № 044 47



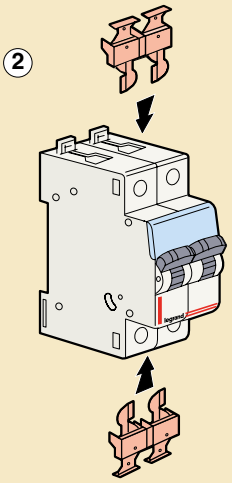


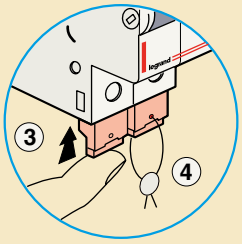
■ Установка пломбируемой крышки винтов Кат. № 044 44

1



2





автоматические выключатели для защиты электродвигателя

НОВИНКА

автоматические выключатели для защиты электродвигателя

028 06

028 17

028 22

028 22 + 028 06 + 028 17

Соответствуют МЭК 60947-1, ГОСТ Р 50030.2-99 (МЭК 60947-2-98), МЭК 60947-4-1

3-полюсные модульные автоматические выключатели

Глубина: 82,5 мм
Для управления и защиты электродвигателей мощностью до 15 кВт (400 В)

Упак.	Кат. №	Номинальный ток, А	Диапазон уставок защиты от перегрузки, А	Ширина модулей
1	028 00	0.16	0.1 - 0.16	2.5
1	028 01	0.25	0.16 - 0.25	2.5
1	028 02	0.4	0.25 - 0.4	2.5
1	028 03	0.63	0.4 - 0.63	2.5
1	028 04	1	0.63 - 1	2.5
1	028 05	1.6	1 - 1.6	2.5
1	028 06	2.5	1.6 - 2.5	2.5
1	028 07	4	2.5 - 4	2.5
1	028 08	6.5	4 - 6.5	2.5
1	028 09	10	6.3 - 10	2.5
1	028 10	14	9 - 14	2.5
1	028 11	18	13 - 18	2.5
1	028 12	23	17 - 23	2.5
1	028 13	25	20 - 25	2.5
1	028 14	32	24 - 32	2.5

Дополнительные принадлежности

Контакт сигнализации аварийного срабатывания

Упак.	Кат. №	Контакт	Коммутационная способность	Ширина модулей
1	028 16	1 размык. + 1 замык.	6 А/690 В	0.5

Сигнальный контакт

Упак.	Кат. №	Контакт	Коммутационная способность	Ширина модулей
1	028 17	1 размык. + 1 замык.	6 А/690 В	0.5
1	028 18	2 размык.	6 А/690 В	0.5

Минимальный расцепитель напряжения

Упак.	Кат. №	Напряжение катушки	Мощность срабатывания/ удержания	Ширина модулей
1	028 22	230 В ~	12,5/3,5 ВА	1
1	028 23	400 В ~	12,5/3,5 ВА	1

Независимый расцепитель

Упак.	Кат. №	Напряжение катушки	Мощность срабатывания/ удержания	Ширина модулей
1	028 25	230 В ~	3,5 ВА	1
1	028 26	400 В ~	3,5 ВА	1

Аксессуары

Коробка со степенью защиты IP 65

1 — 028 29

Для модульных автоматических выключателей для электродвигателей: с вспомогательным контактом (кат. № 028 16/17/18) и/или расцепителем (кат. № 028 22/23/25/26). Удаляемые заглушки вводов под кабельные сальники PG 16 (1). Ширина 4 модуля.

Кнопка аварийного останова

1 — 028 30

Устанавливается на коробке со степенью защиты IP 65 на месте удаляемой заглушки. Обеспечивает степень защиты IP 65.

Сигнальная лампа

Устанавливается спереди на коробке кат. № 028 29.

Упак.	Кат. №	Напряжение	Цвет
1	028 31	230 В ~	Бесцветная
1	028 32	400 В ~	Бесцветная

Приспособление для навешивания замка

1 — 028 34

Для запирания в положении ОТКЛ. 3 замка с дужкой ∅ 4,5 мм

(1) Используйте кабельный сальник кат. № 980 24 со стопорной гайкой кат. № 980 34.

Модульные автоматические выключатели для электродвигателей оснащаются системой из сигнальных контактов и минимального/ независимого расцепителя. Рядом с автоматическим выключателем на рейке следует установить:
• слева: один минимальный расцепитель напряжения / независимый расцепитель;
• справа: одни контакт сигнализации аварийного срабатывания и один сигнальный контакт

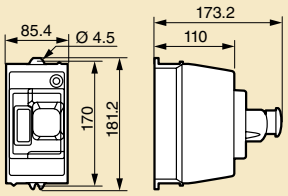
■ Электрические характеристики

Номинальное напряжение изоляции Ui: 690 В
Импульсное выдерживаемое напряжение: 6 кВ
Номинальная частота: 50/60 Гц
Мощность, рассеиваемая одним полюсом: 0,57-1,46 Вт
Уставка срабатывания электромагнитного расцепителя: 12 Iном.
Механическая износостойкость: 100 000 циклов
Электрическая износостойкость: 32 А (AC3) – 100 000 циклов
Рабочая температура: от -20 ¡C до +70 ¡C
Класс применения: A
Степень защиты: IP 20
Сечение подключаемых кабелей (1 или 2 проводника): гибкий провод, 1-6 мм² (AWG 16-10)

■ Отключающая способность

Кат. №	Номинальный ток, А	Номинальная отключающая способность, кА							
		230 В		400 В		500 В		690 В	
		Icu	Ics	Icu	Ics	Icu	Ics	Icu	Ics
028 00	0.16	100	100	100	100	100	100	100	100
028 01	0.25	100	100	100	100	100	100	100	100
028 02	0.4	100	100	100	100	100	100	100	100
028 03	0.63	100	100	100	100	100	100	100	100
028 04	1	100	100	100	100	100	100	100	100
028 05	1.6	100	100	100	100	100	100	100	100
028 06	2.5	100	100	100	100	100	100	8	8
028 07	4	100	100	100	100	100	100	8	8
028 08	6.5	100	100	100	100	100	100	8	8
028 09	10	100	100	100	100	42	21	8	8
028 10	14	100	100	25	12.5	10	5	2	2
028 11	18	100	100	25	12.5	4	2	2	2
028 12	23	100	100	25	12.5	4	2	2	2
028 13	25	100	100	25	12.5	4	2	2	2
028 14	32	100	100	25	12.5	4	2	2	2

■ Коробка IP 65 кат. № 028 29 с кнопкой аварийного останова кат. № 028 30



■ Время-токовая характеристика термомагнитного расцепителя

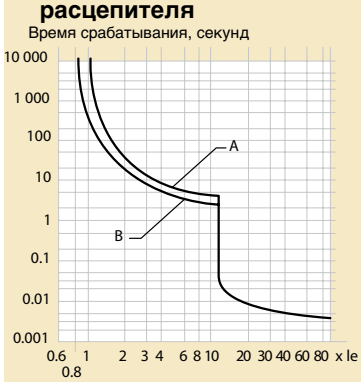
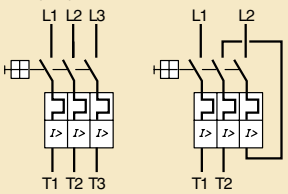


График приведен для срабатывания в холодном состоянии. Чтобы получить время срабатывания в нагретом состоянии, умножьте найденное по графику значение на 0,75.
A = Отключение трех сбалансированных фаз
B = Отключение двух фаз (пропадание одной фазы)

■ Электрические схемы

028 00 – 028 14



028 16

028 17

028 18

Кат. №, выделенные красным: Новая продукция

УЗИП - устройства защиты от импульсного перенапряжения 230 – 400 В~

039 33

030 28

Технические характеристики см. руководство «Аппаратура распределения и управления до 4000 А»

Устанавливаются сразу за вводным автоматическим выключателем
Должны подключаться к клемме «Земля» щита
Имеют встроенную тепловую защиту
Состоят из корпуса и сменного модуля с индикатором: зеленый флажок – в рабочем состоянии, оранжевый флажок – требуется замена модуля
Возможна дистанционная сигнализация состояния УЗИП
Для использования в сетях 230/400 В~
Частота: 50/60 Гц

Упак.	Кат. №			
		Защита ГРЩ или ВРУ в электроустановках большой мощности		
		Защита от мощных разрядов молнии – H **Тип 1 – Iimp: 50kA** Режим нейтрали: TN, TT, IT Без съемных модулей		
			Применять с аппаратом защиты	Число мод.
1	030 00	1-полюсный	Тип gG – 250A макс.	2
		Защита от разрядов молнии – E **Тип 1 – Iimp: 25kA** Защита от элетроустановок большой мощности Режим нейтрали: TN Допускается подключение как сверху так и снизу Оснащен блок-контактом для дистанционной сигнализации состояния		
1	030 20	1-полюсный	Тип gG – 250A макс.	2
1	030 22	3-полюсный		6
1	030 27	4-полюсный		8
		Защита высшего уровня - H - Тип 2		
		Макс. разрядный ток: 70 кА, Iimp = 10 кА **Uз: 2,0 кВ (уровень защиты), In = 20 кА** Используется при режимах нейтрали: TT, TN, IT		
			Использовать с Кат. №	модулей 17,5 мм
1	039 20	Однополюсный	068 64	1
1	039 21	Двухполюсный	069 24	2
1	039 22	Трехполюсный	069 44	3
1	039 23	Четырехполюсный	070 04	4
		УЗИП защиты коттеджей (B+C)		
		Максимальный разрядный ток Iimp: 8 кА, Icc 6 кА		
1	603 950	Однополюсный	ТипC – 40 A	1
1	603 953	Четырехполюсный		4

УЗИП для защиты телефонных линий

039 31

039 33

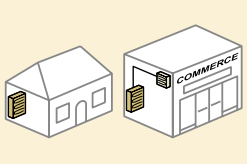
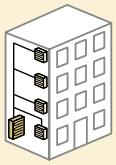
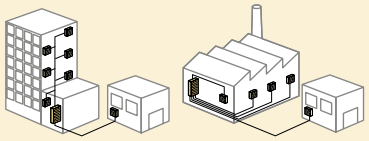
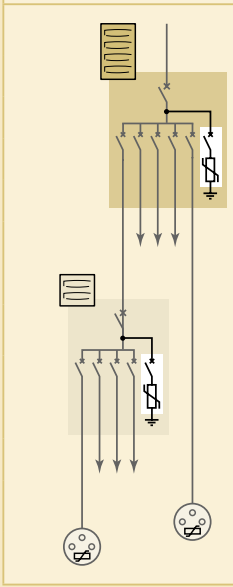
038 29

Для защиты: телефонов, факсов, модемов, подключенных к внутренним телефонным линиям, от перенапряжений вызванных атмосферными процессами
Монтируются в электрический шкаф, а также в специальный щит Кат. № 011 95
Подключаются к телефонным линиям
Оснащены индикатором работоспособности:
• зеленый: УЗИП работоспособен
• оранжевый: требуется замена
Соответствуют IEC 61643-21

Упак.	Кат. №			
		Защита высшего уровня - S - Тип 2		
		Максимальный разрядный ток: 15 кА **Uз: 1,2 кВ (уровень защиты), In = 5 кА** Используется при режимах нейтрали: TT, TNS		
			Использовать с Кат. №	модулей 17,5 мм
1	039 40	Однополюсный	063 77	1
1	039 41	Двухполюсный	064 69	2
1	039 43	Четырехполюсный	064 64	4
		Защита повышенного уровня - E - Тип 2		
		Максимальный разрядный ток: 40 кА **Uз: 1,8 кВ (уровень защиты), In = 15 кА** Используется при режимах нейтрали: IT, TNC		
			Использовать с Кат. №	модулей 17,5 мм
1	039 30	Однополюсный	063 77	1
1	039 31	Двухполюсный	064 69	2
1	039 32	Трехполюсный	064 89	3
1	039 33	Четырехполюсный	065 64	4
		Запасные части		
		Заменяемые модули для разрядников Оснащены индикатором Зеленый: разрядник в рабочем состоянии Оранжевый: требуется замена модуля		
		Imax. (кА)	UP (кВ)	Для разрядников
5	039 34	40	1.8	039 30/31/32/33
5	039 44	15	1.2	039 40/41/43
		Разрядники для защиты телефонных линий		
			Номинал	Защита
1	038 28	Для защиты аналоговых линий (ADSL)	170 В	260 В
1	038 29	Для защиты цифровых линий	48 В	100 В
		Модули координации		
		Применяются в случае установки нескольких разрядников в одном шкафу (щите) Включаются в каждую из фаз и в рабочий нулевой проводник		
				Модулей 17,5 мм
1	039 62	Модуль координации до 35 А - 500 В± - 15 кА		2
1	039 63	Модуль координации до 63 А - 500 В± - 36 кА		4

выбор УЗИП и MPCB

■ Таблица по выбору УЗИП и связанного с ним оборудования

Для установок с молниеотводом(1) → Высокий риск → Обязательно наличие УЗИП			■ Многоквартирные дома и офисы		■ Промышленность
					
	Уровень риска	Сеть	Вводная панель: УЗИП + защитное оборудование(2)		
	Очень высокий риск Все зоны	Mono	2 x 6039 50 + 064 72	2 x 6039 50 + 064 72	2 x 030 20 + предохранители 0174 65
		Tri	3 x 6039 50 + 064 92	3 x 6039 50 + 064 92	030 22 + предохранители 0174 65
		Tri + N	6039 53 + 065 67	6039 53 + 065 67	030 27 + предохранители 0174 65
	Высокий риск Все зоны	Mono	039 31 + 064 69	2 x 6039 50 + 064 72	039 21 + 064 72
		Tri	039 32 + 064 89	3 x 6039 50 + 064 92	039 22 + 064 92
		Tri + N	039 33 + 065 64	6039 53 + 065 67	039 23 + 065 67
			Распределительная панель	Этажный щиток	Квартирный щиток
	Обычный риск Все зоны	Mono	039 41 + 064 69	039 41 + 064 69	039 41 + 064 69
		Tri	3 x 039 40 + 064 89	3 x 039 40 + 064 89	039 32 + 064 89
		Tri + N	039 43 + 065 64	039 43 + 065 64	039 33 + 065 64
			Разрядники расположенные в непосредственной близости от защищаемого оборудования (электронного или информационного)		
			Celiane, Mosaic, ...	Celiane, Mosaic, ...	Celiane, Mosaic, ...

(1) Независимо от требований нормативных документов, применение УЗИП рекомендуется в большинстве случаев для повышения надежности электроустановки в целом.
(2) Аппараты защиты серии DX (кроме УЗИП Тип – 1).

■ Таблица координации автоматических выключателей для защиты двигателей (MPCB) и модульных контакторов

Стандартные мощности 3-фазных двигателей 380В, 50 Гц, AC-3	Средние значения номинального тока двигателей	Диапазон уставок защиты от перегрузки	Автоматический выключатель, кат. №	Контактор, кат. №
P, кВт	In, A	A		
0,06	0,22	0,16-0,25	02801	04053
0,09	0,33	0,25 - 0,4	02802	04053
0Д2	0,42	0,4 -0,63	02803	04053
0,18	0,72	0,63 - 1	02804	04053
0,25	0,83	0,63 - 1	02804	04053
0,37	1,2	1 -1,6	02805	04053
0,55	1,5	1 -1,6	02805	04053
0,75	2	1,6-2,5	02806	04053
1,1	2,6	2,5 -4	02807	04053
1,5	3,5	2,5 -4	02807	04053
2,2	5	4-6,5	02808	04053
3	6,6	6,3 - 10	02809	04070
4	8,5	6,3 - 10	02809	04070
5,5	11,5	9- 14	02810	04070
7,5	15,5	13 - 18	02811	04070
9	18,3	17-23	02812	04078
11	22	20-25	02813	04078
15	30	24-32	02814	НЕТ

Для заметок

Для заметок

РОССИЯ

Волгоград
400131 Волгоград,
ул. Коммунистическая, д. 19Д, офис 528
Тел.: (8442) 33 11 76
e-mail: bureau.volgograd@legrand.ru

Воронеж
394036 Воронеж,
ул. Красноармейская, д. 52Б
Тел./факс: (4732) 51 95 70
e-mail: bureau.voronej@legrand.ru

Екатеринбург
620027 Екатеринбург,
ул. Шевченко, д. 9, офис 226
Тел./факс: (343) 353 59 08 / 60 85
e-mail: bureau.ekat@legrand.ru

Иркутск
630049 Иркутск,
ул. Ширямова, д. 2/4, офис 11
Тел./факс: (3952) 50 08 49

Казань
420124 Казань,
ул. Сулеймановой, д. 7, офис 1
Тел./факс: (843) 227 03 30 / 01 57
e-mail: bureau.kazan@legrand.ru

Краснодар
350049 Краснодар,
ул. Тургенева, д. 135/1, офис 503
Тел.: (903) 457 03 53
e-mail: bureau.krasnodar@legrand.ru

Красноярск
660021 Красноярск,
ул. Борада, д. 109, офис 414
Тел./факс: (391) 259 58 10
e-mail: bureau.krasnoyarsk@legrand.ru

Нижний Новгород
603000 Нижний Новгород,
ул. М. Горького, д. 117, Бизнес-Центр,
офис 602
Тел./факс: (831) 278 57 06 / 08
e-mail: bureau.nnov@legrand.ru

Новосибирск
630007 Новосибирск,
ул. Советская, д. 5, блок А, офис Legrand
Тел./факс: (383) 289 06 89
e-mail: bureau.novosib@legrand.ru

Омск
644043 Омск,
ул. Кемеровская, д. 9, офис 106
Тел./факс: (3812) 24 77 53
e-mail: bureau.omsk@legrand.ru

Ростов-на-Дону
344018 Ростов-на-Дону
ул. Текучева, д. 139/94
Тел./факс: (863) 268 86 89
e-mail: bureau.rostov@legrand.ru

Самара
443011 Самара,
ул. Советской Армии, д. 240Б
Тел./факс: (846) 276 76 63, 372 52 03
e-mail: bureau.samara@legrand.ru

Санкт-Петербург
197110 Санкт-Петербург,
ул. Барочная, д. 10, корп. 1,офис
«Legrand»
Тел./факс: (812) 336 86 76
e-mail: bureau.stpet@legrand.ru

Саратов
410028 Саратов,
ул. Провиантская, д. 10А
Тел./факс: (8452) 22 71 94
e-mail: bureau.saratov@legrand.ru

Сочи
Тел./факс: (918) 912 88 94
e-mail: bureau.sochi@legrand.ru

Уфа
450000 Уфа,
ул. Кирова, д. 1, офис 205
Тел./факс: (3472) 72 56 89
e-mail: bureau.ufa@legrand.ru

Хабаровск
880030 Хабаровск,
ул. Павловича, д. 13А, офис «Legrand»
Тел.: (4212) 41 13 40
e-mail: bureau.khab@legrand.ru

Челябинск
454091 Челябинск,
ул. Елькина, д. 45а, офис 1301
Тел./факс: (351) 247 50 94
e-mail: bureau.chelyabinsk@legrand.ru

АЗЕРБАЙДЖАН

Баку
AZ 1072 Баку, ул. Короглу Рахимова,
д. 13а, офис «Legrand»
Тел.: (994 50) 225 88 10
e-mail: bureau.baku@legrandelectric.com

БЕЛАРУСЬ

Минск
220036 Минск,
Домашевский переулок,
д. 9, подъезд 2, офис 4
Тел.: (375) 17 205 04 78
Факс: (375) 17 205 04 79
e-mail: bureau.minsk@legrandelectric.com

КАЗАХСТАН

Алматы
050036 Алматы, мкрн. Мамыр – 4, д. 100а
Тел.: (727) 226 03 63
Факс: (727) 226 03 48
e-mail: bureau.almaty@legrandelectric.com

Астана
010000 Астана, ул. Тауелсиздик,
д. 12/1, офис 216
Тел./факс: (7172) 500 626
e-mail: bureau.astana@legrandelectric.com

Атырау
060011 Атырау,
ул. Байтурсынова, д. 47-А, офис 207
Тел./факс: (7122) 27 15 36
e-mail: bureau.atyrau@legrandelectric.com

УЗБЕКИСТАН

Ташкент
100084 Ташкент, ул. Амира Темура,
стр. 107 Б, блок Ц, офис 7С-04
Тел.: (998 71) 238 99 48
Факс: (998 71) 238 99 47
e-mail: bureau.tashkent@legrandelectric.com

УКРАИНА

Киев
01054 Киев,
ул. Тургеневская, д. 15, офис 52
Тел./факс: (38) 044 494 00 10
Тел./факс: (38) 044 490 67 56
e-mail: office.kiev@legrand.ua

RUR 1008/DC090

Представительство в России
ООО «Фирэлек», 107023 Москва,
ул. Малая Семеновская, д. 9, стр. 12
Тел.: +7 495 660 75 50/60
Факс: +7 495 660 75 51/61
e-mail: bureau.moscou@legrand.ru
www.legrand.ru