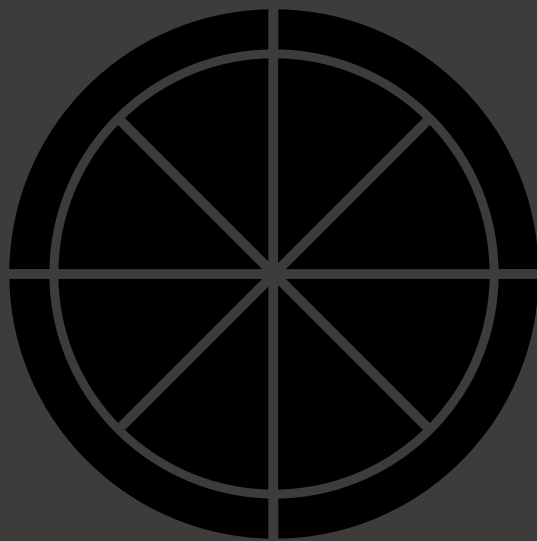


Дуговая защита



Лайм



Микропроцессорные
технологии

Небольшой эпиграф

Несмотря на то, что устройства дуговой защиты Лайм были выпущены нашей компанией относительно недавно, они успешно завоевали рынок и сейчас являются одними из самых востребованных. Без лишней скромности можно сказать, что мы являемся лидером в данном направлении.

Данная серия выгодно отличается от своих аналогов не только технико-экономическими характеристиками, но и дизайном, которому было уделено особое внимание.

Огромный багаж экспертных знаний в этой области позволил нам создать наилучшее предложение для наших клиентов. Помимо поставки оборудования мы предлагаем комплексный подход к оснащению объектов – «ЗДЗ ПОД КЛЮЧ».

Содержание

Улучшение принципов выполнения дуговой защиты	1
Таблица сравнения	5
Дуговая защита Лайм	7
Описание	9
Функции	11
ВОД – точечный датчик	13
ТЕКИЛА – петлевой датчик	15
Типовое решение ВОД	17
Типовое решение ТЕКИЛА	19
Технические характеристики	21
Конструктив	23
5 поколений дуговой защиты	25
Дуговая защита пятого поколения Лайм+	31
Описание	33
Функции	35
Настройка и мониторинг	36
Типовое решение ВОД	37
Типовое решение ТЕКИЛА	39
Технические характеристики	41
Конструктив	47
ЗДЗ ПОД КЛЮЧ	49
Контакты	51

Улучшение принципов выполнения дуговой защиты

Короткие замыкания (КЗ) внутри отсеков комплектных распределительных устройств (КРУ) 6–35 кВ сопровождаются возникновением открытой электрической дуги. Температура электрической дуги может достигать значений порядка 7 000 – 12 000 °С за время менее одного периода промышленной частоты. Электрическая дуга воздействует на элементы конструкции КРУ, вызывая повреждения различной степени тяжести, а в случае отсутствия адекватных и своевременных мер по ее ликвидации неминуемо приводит к их разрушению.

Опыты, проведенные в научно-исследовательском центре испытаний высоковольтной аппаратуры (НИЦ ВВА), показывают, что открытая электрическая дуга в изолированных отсеках КРУ приводит к повреждению изоляции (как правило, это проходные изоляторы). Степень ущерба зависит от типа изоляционного материала, величины тока КЗ и времени его протекания.

Требования нормативных документов

Необходимо отметить, что требования и методы испытаний дугостойкости элементов оборудования КРУ, требования к быстрдействию и типу дуговой защиты сегодня не регламентированы. В существующих директивных (приказы РАО «ЕЭС России» от 01.07.98 N 120 «О мерах по повышению взрывопожаробезопасности энергетических объектов» и от 29.03.2001 № 142 «О первоочередных мерах по повышению надежности работы РАО «ЕЭС России») и нормативных («Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей», 15-я редакция, п. 5.4.19) документах указаны лишь требования о необходимости наличия быстродайствующей защиты от дуговых коротких замыканий внутри шкафов КРУ.

В итоге можно сформулировать следующее основное требование к защите ячеек КРУ от дуговых замыканий:
полное время ликвидации КЗ не должно превышать 60 мс.

Необходимость дуговой защиты вызвана несовершенством токовой

Токовые ступенчатые защиты не могут быть использованы в качестве быстродайствующей защиты от дуговых замыканий вследствие больших значений выдержек времени на питающих присоединениях (обычно более 0,5 с).

С целью сокращения времени действия токовых защит на питающих присоединениях применяют логическую защиту шин (ЛЗШ), принцип действия которой основан на передаче блокирующих сигналов от устройств защиты отходящих присоединений. Однако и в этом случае время срабатывания защиты превышает допустимое значение. Выдержка времени ЛЗШ обычно составляет не менее 100 мс.

НИКОЛАЙ СИРЕНКО

Главный по защите от дуговых замыканий

Обычные дуговые защиты

Одним из наиболее часто применяемых в настоящее время видов быстродействующей защиты от дуговых замыканий является оптическая дуговая защита, принцип действия которой основан на регистрации вспышки света внутри отсеков КРУ при возникновении электрической дуги.

Находящиеся в эксплуатации в настоящий момент времени устройства подобного класса обладают временем срабатывания от 6 до 25 мс. С учетом времени действия промежуточных реле 12–30 мс и собственного времени отключения высоковольтного выключателя 10–90 мс, время ликвидации дугового КЗ обычными дуговыми защитами зачастую превышает безопасный порог в 50–60 мс.

При этом конструктивные и аппаратные характеристики этих изделий подлежат дальнейшему совершенствованию. Например, общим недостатком является ломкость оптического волокна в связи с несовершенством конструкции датчика и методов его крепления.

Самая быстрая дуговая защита

Особняком в данном ряду стоит серия устройств Лайм, выпускаемая НПП Микропроцессорные технологии. Собственное время срабатывания данного устройства не превышает 0,8 мс (с учетом времени действия выходных реле), что позволяет организовать действительно быстродействующую дуговую защиту энергообъекта.

0,8 мс – лучший показатель по сравнению с обычными дуговыми защитами

Рекомендации по повышению быстродействия

Наряду с выбором быстродействующего устройства защиты от дуговых замыканий, необходимо принять во внимание факторы, оказывающие влияние на предельное время ликвидации КЗ:

1. в качестве токового пускового органа, выполняющего роль подтверждения факта возникновения замыкания, следует применять специальный пусковой орган по току для подтверждения факта возникновения замыкания, имеющий величину уставки порядка 120% от номинального тока присоединения и нулевым временем срабатывания. Выполнение данного требования обеспечит быстродействие органа подтверждения порядка 10 мс. Перспективным решением является применение в цифровых устройствах РЗА токового органа, выполненного на более быстродействующих алгоритмах, по сравнению с преобразованием Фурье, а также применение быстродействующего твердотельного реле РЗА в цепи «пуск по току» – в этом случае возможно сокращение времени с 10 мс до 1–3 мс.;

2. время срабатывания промежуточных реле в цепи отключения выключателя должно быть не более 10–12 мс. Перспективным является вопрос применения быстродействующих твердотельных реле с временем срабатывания порядка 1–2 мс;

3. время отключения высоковольтного выключателя должно быть не более 37 мс, на вводные выключатели целесообразно ставить более быстродействующие выключатели с временем отключения 10–15 мс.

Применение регистратора дуговых замыканий оптического Лайм, наряду с выполнением условий, указанных выше, обеспечит время ликвидации дугового КЗ в пределах 20–60 мс, и, как следствие, надежную защиту электрооборудования. При этом становится возможным выполнять требования ПУЭ п. 3.3.31, п. 3.3.42 в части АПВ секции шин после ликвидации дугового замыкания без опасения увеличить материальный ущерб, что позволит сократить перерывы электроснабжения потребителей.

Однако выполнить условия, приведенные выше, представляется возможным не во всех случаях. Например, в случае выполнения установки дуговой защиты без замены выключателей на современные быстродействующие, время срабатывания высоковольтного выключателя зачастую превышает значение 70 мс. В этих условиях быстродействие регистратора дуговых замыканий играет особенно важную роль.

Особенности для подстанций

Учитывая значительное количество объектов с переменным оперативным током и экстремальные условия эксплуатации на территории России и стран СНГ, инженеры НПП «Микропроцессорные технологии» обеспечили следующие характеристики Лайм:

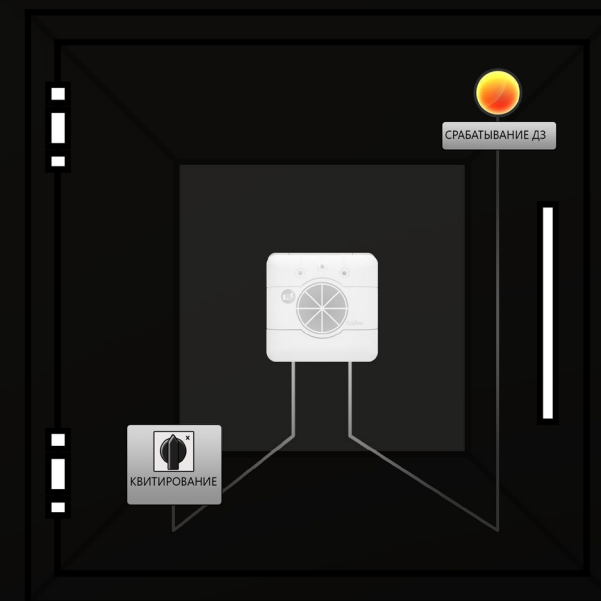
- сохранение полной работоспособности в течение более 3 секунд после исчезновения напряжения оперативного тока, что позволяет отказаться от установки внешних конденсаторных блоков питания и исключить зависимость работы устройства защиты от дуговых замыканий от качества оперативного тока в аварийных ситуациях на первичном оборудовании;

- время готовности устройства после подачи напряжения оперативного тока составляет не более 40 мс, что особенно важно для случаев включения на КЗ, ранее полностью обесточенной подстанции, при питании устройства дуговой защиты от трансформаторов собственных нужд секции;

- блок питания устройства обеспечивает работу в широком диапазоне питающего напряжения, как переменного, так и постоянного тока, с величиной пульсаций до 90%;

- устройство функционирует без изменения заявленных характеристик в диапазоне температур от -40 °С до +55 °С, включая оптоволоконные кабели, допускающие монтаж при отрицательной температуре.

УСТРОЙСТВО УНИФИЦИРОВАНО ДЛЯ РАБОТЫ
С ПЕРЕМЕННЫМ, ПОСТОЯННЫМ ИЛИ ВЫПРЯМЛЕННЫМ ТОКОМ.



Сигнализация важна для правильных действий оперативного персонала

При установке Лайм внутрь релейного отсека предусмотрена возможность организации световой сигнализации на двери релейного отсека либо её действие на указательное реле. Такой подход обеспечивает однозначность для оперативного персонала в части определения поврежденной ячейки.

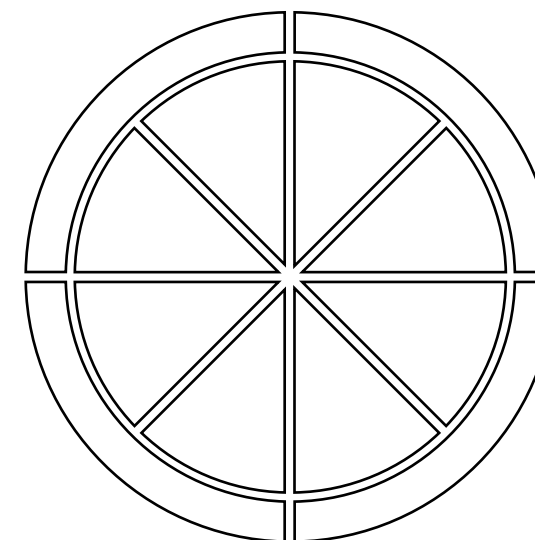
Состояние сигнализации сохраняется в энергонезависимой памяти устройства в случае исчезновения напряжения оперативного тока, вызванного, например, дуговым КЗ.

ТАБЛИЦА СРАВНЕНИЯ

Устройство	Лайм	Лайм+
поддержка точечных датчиков	•	•
поддержка петлевых датчиков	•	•
возможность комбинирования петлевых и точечных датчиков		•
полное время отключения	0,9 мс + Тмтз	0,8 мс
возможность параметрирования		•
встроенный пуск по току		•
прямое отключение выключателя		•
осциллографирование		•
прямое действие на выключатель		•
время работы без питания, с	3	3
наличие гибкой логики		•
журналирование		•
поддержка ModBus		•
поддержка МЭК 60870-5-101		•

Цифровое
устройство
дуговой защиты

Оптический регистратор
коротких замыканий, сопровождающихся
открытой электрической дугой.



12 000
устройств в эксплуатации

Самая быстрая дуговая защита в мире

Запатентованная технология **Optoflex**

ОПИСА-

Устройство предназначено для защиты распределительных устройств КРУ, КРУН и КСО электрических станций и подстанций 0,4–35 кВ от замыканий, сопровождаемых открытой электрической дугой. Для реализации защиты одной ячейки КРУ 6–35 кВ в нее необходимо установить Лайм с тремя волоконно-оптическими датчиками, каждый из которых размещается в оптически-изолированном отсеке.

Областью применения Лайм являются электрические станции и подстанции, объекты энергоснабжения газовой и нефтяной промышленности, промышленные предприятия, метрополитен и тяговые подстанции электрифицированных железных дорог.

Устройство легко интегрируется в систему защиты объекта энергетики и рассчитано на совместную работу со всеми представленными на рынке микропроцессорными терминалами релейной защиты, а также с защитой выполненной на электромеханических реле.

Лайм является самым быстрым устройством в мире, фиксирующим короткое замыкание с открытой электрической дугой. Быстродействие Лайм, с учетом времени действия выходного реле, составляет всего 0,9 мс. Лайм срабатывает в самый начальный момент возникновения дуги. Так обеспечивается защита оборудования от разрушения, повреждения практически исключаются. Высокое быстродействие Лайм уменьшает риск травм оперативного и ремонтного персонала.

Время готовности устройства после подачи питания в среднем в три раза быстрее, чем у обычной дуговой защиты и составляет **36–40 мс**.

Лайм – единственное изделие дуговой защиты с длительностью работы при отсутствии оперативного тока 3 с, при этом не предъявляющее высоких требований к качеству оперативного тока, что позволяет избежать затрат на дополнительные блоки питания.

Двойная и взаимонезависимая внутренняя система самодиагностики осуществляет непрерывный надзор за работой всех основных узлов системы (контроллер, память, уровень напряжения оперативного тока). Дополнительно осуществляется непрерывная диагностика целостности и исправности волоконно-оптических трактов и всех трёх оптических датчиков.

9 УСТРОЙ-СТВА

100% СООТВЕТСТВИЕ

ТРЕБОВАНИЯМ ПУЭ

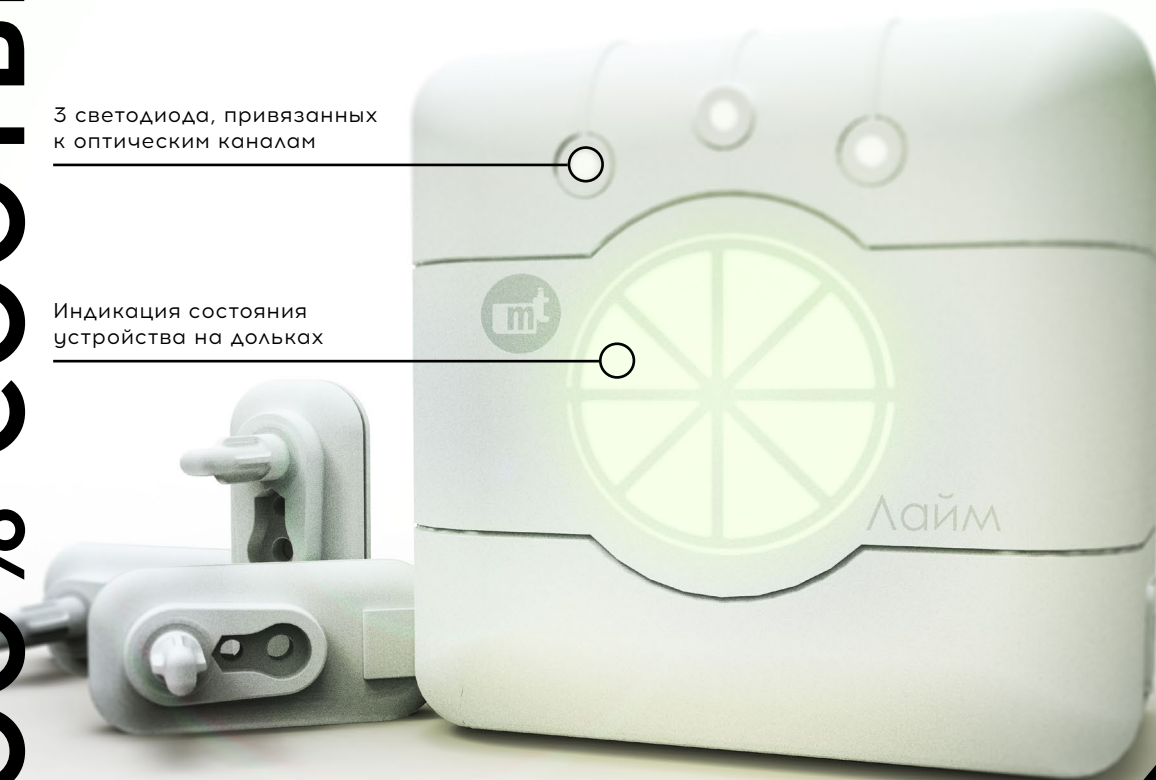
МИНИМАЛЬНЫМИ

ЗАТРАТАМИ

0,9
БЫСТРОДЕЙСТВИЕ МС

3 светодиода, привязанных к оптическим каналам

Индикация состояния устройства на дольках



10

функции устройства



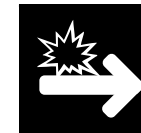
непрерывный контроль целостности
всех оптических каналов и ВОД;



двойная взаимонезависимая
внутренняя система самодиагностики;



регистрация дугового замыкания в ячейке (отсек сборных шин,
высоковольтного выключателя, ввода-вывода);



формирование выходных сигналов
регистрации дугового замыкания;



формирование сигнала «Запрет АПВ фидера» при отключении
присоединения в результате выявления дугового замыкания
в отсеке ввода-вывода фидера;



формирование световой сигнализации на двери релейного отсека,
а также ее сброс внешним ключом управления;



защита от ложных срабатываний при освещении ВОД;



сохранение работоспособности при появлении сажи
и пыли на ВОД;



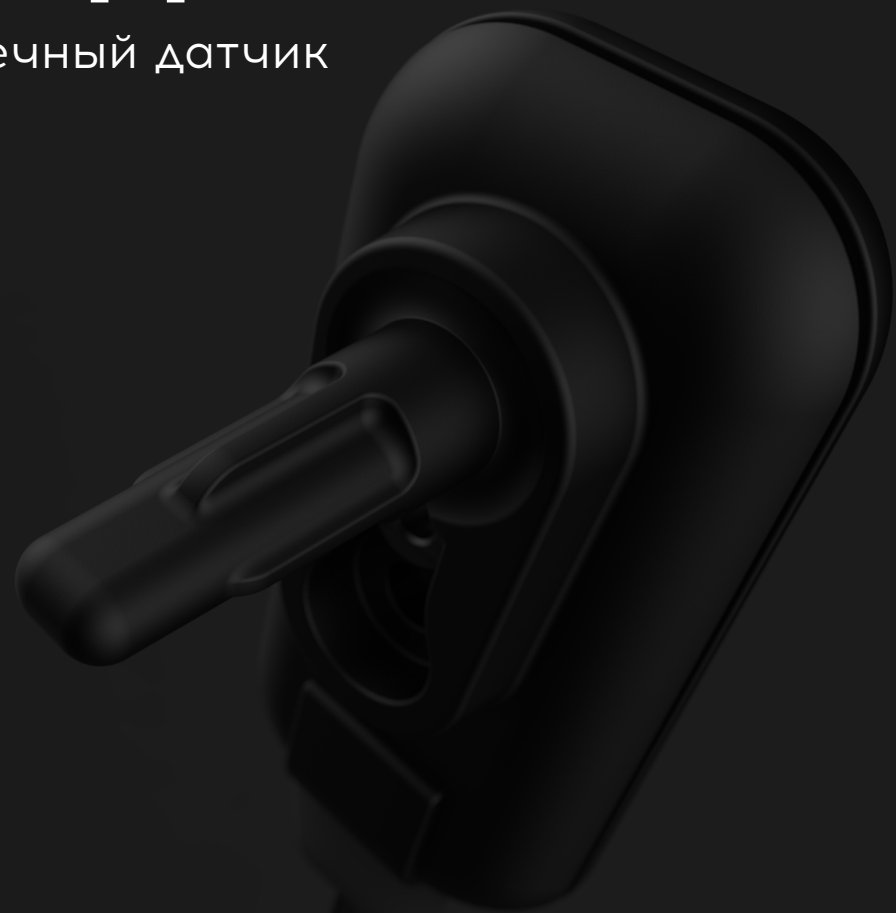
контроль уровня напряжения оперативного питания;



сигнализация неисправности во внешние цепи при нарушении цепей
питания, повреждении волоконно-оптического тракта или в результате
срабатывания системы самодиагностики.

ВОД

Точечный датчик

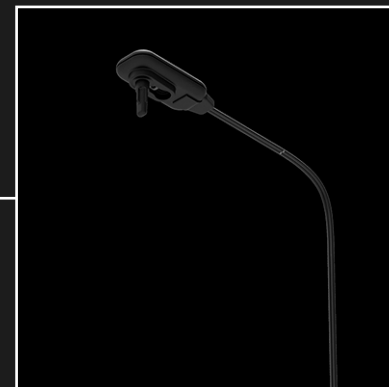


- Индивидуальный контроль каждого оптически изолированного отсека ячейки
- Непрерывный контроль целостности
- Длина датчика до 7 метров

СЕЛЕКТИВНОСТЬ



180°
обзор
датчика



45 мм
радиус изгиба
оптоволокну



90°
конструктивный
изгиб

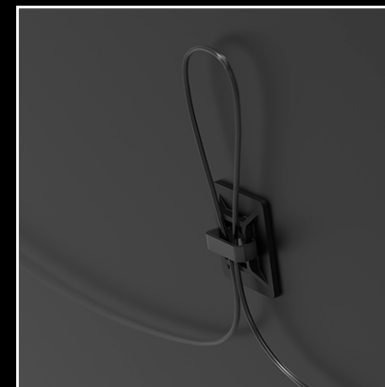


1 винт
простой монтаж

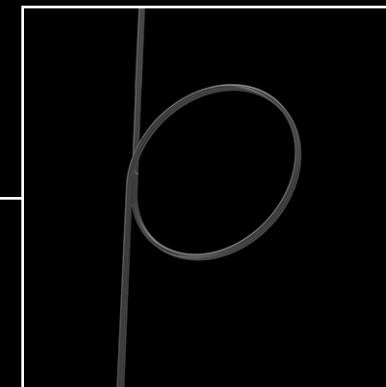
ТЕКИЛА

Петлевой датчик

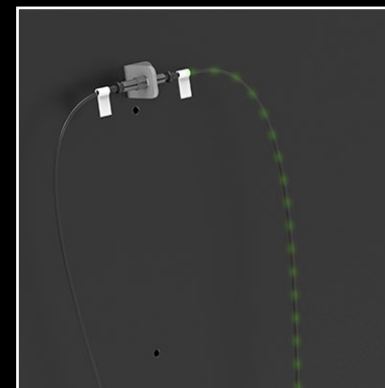
- 1 датчик на несколько отсеков секции
- Самодиагностика датчика и оптоволоконна
- Длина датчика до 30 метров



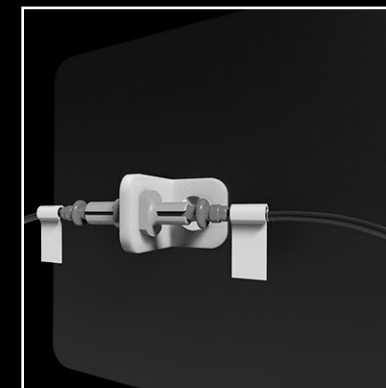
Простой монтаж
любым удобным
способом



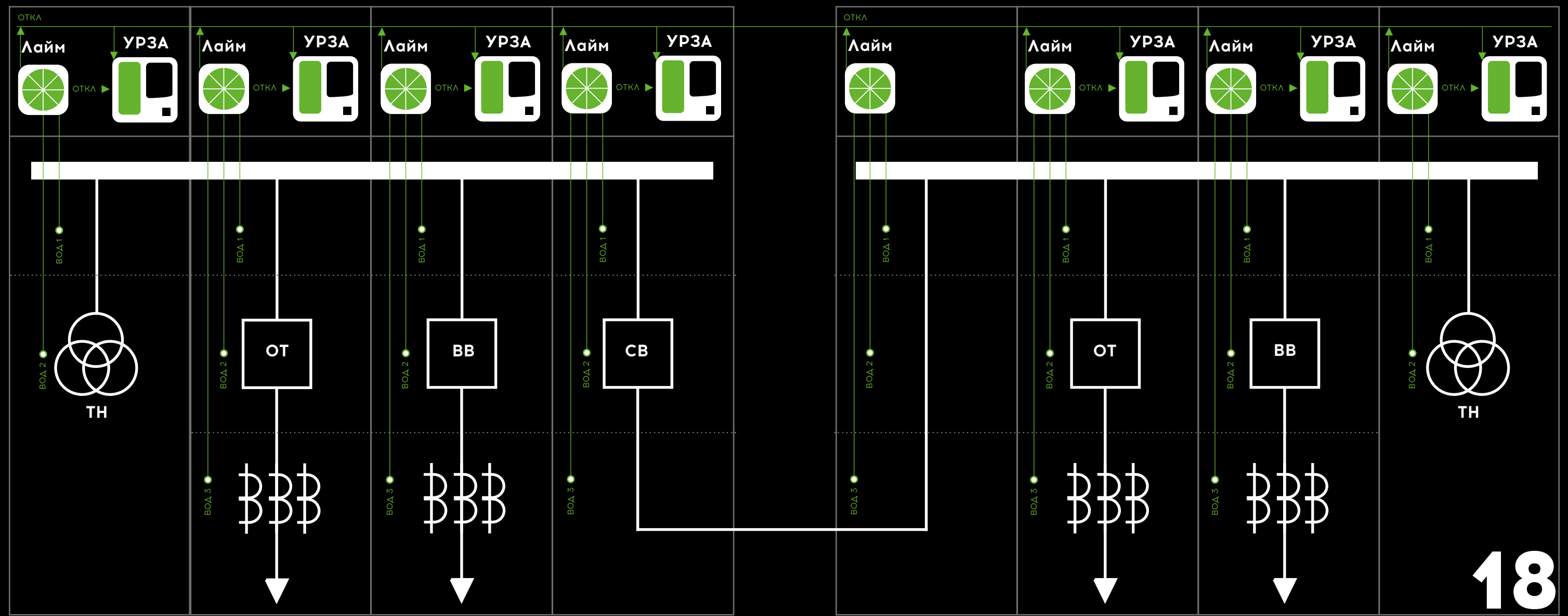
45 мм
радиус изгиба
оптоволоконна

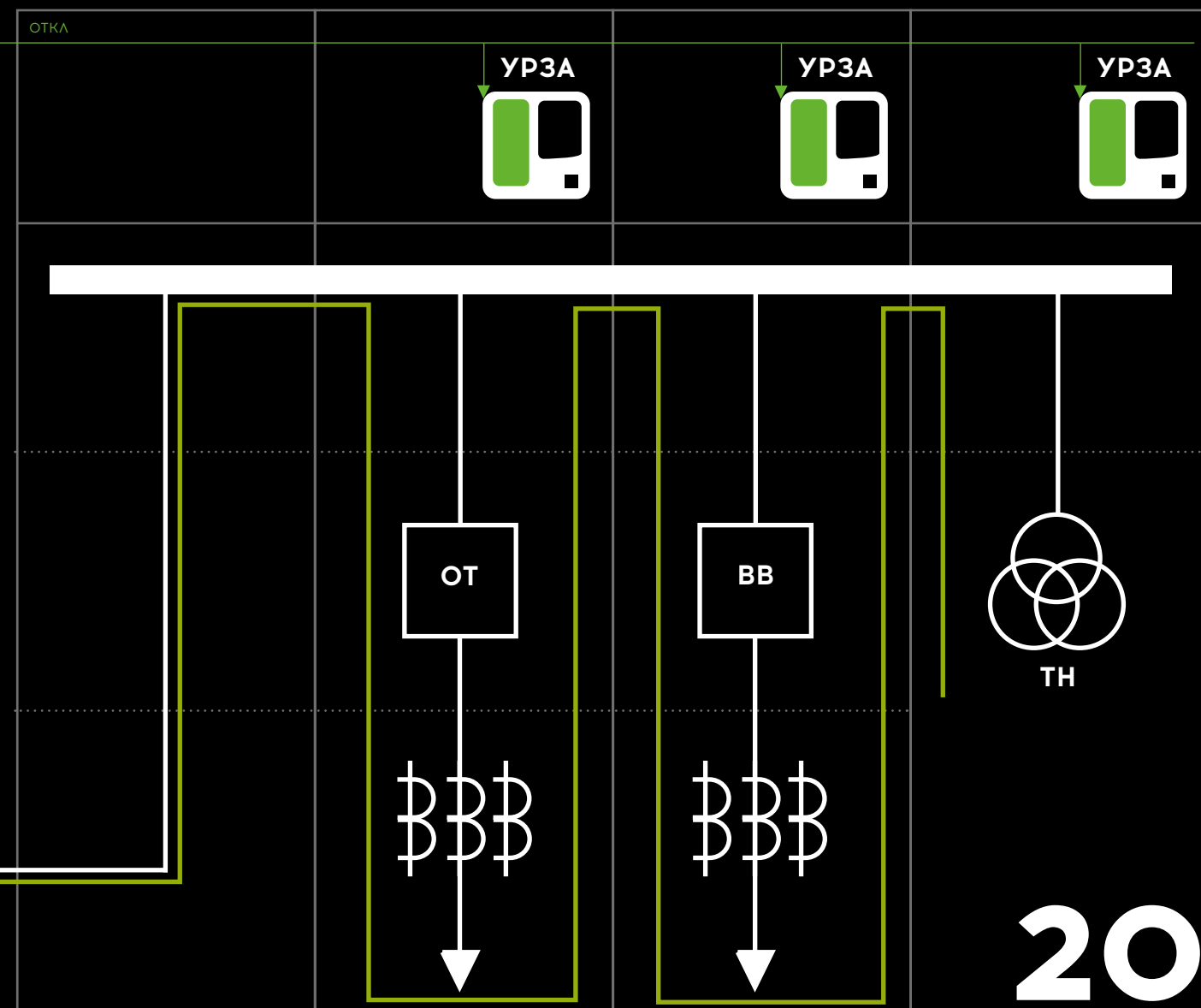
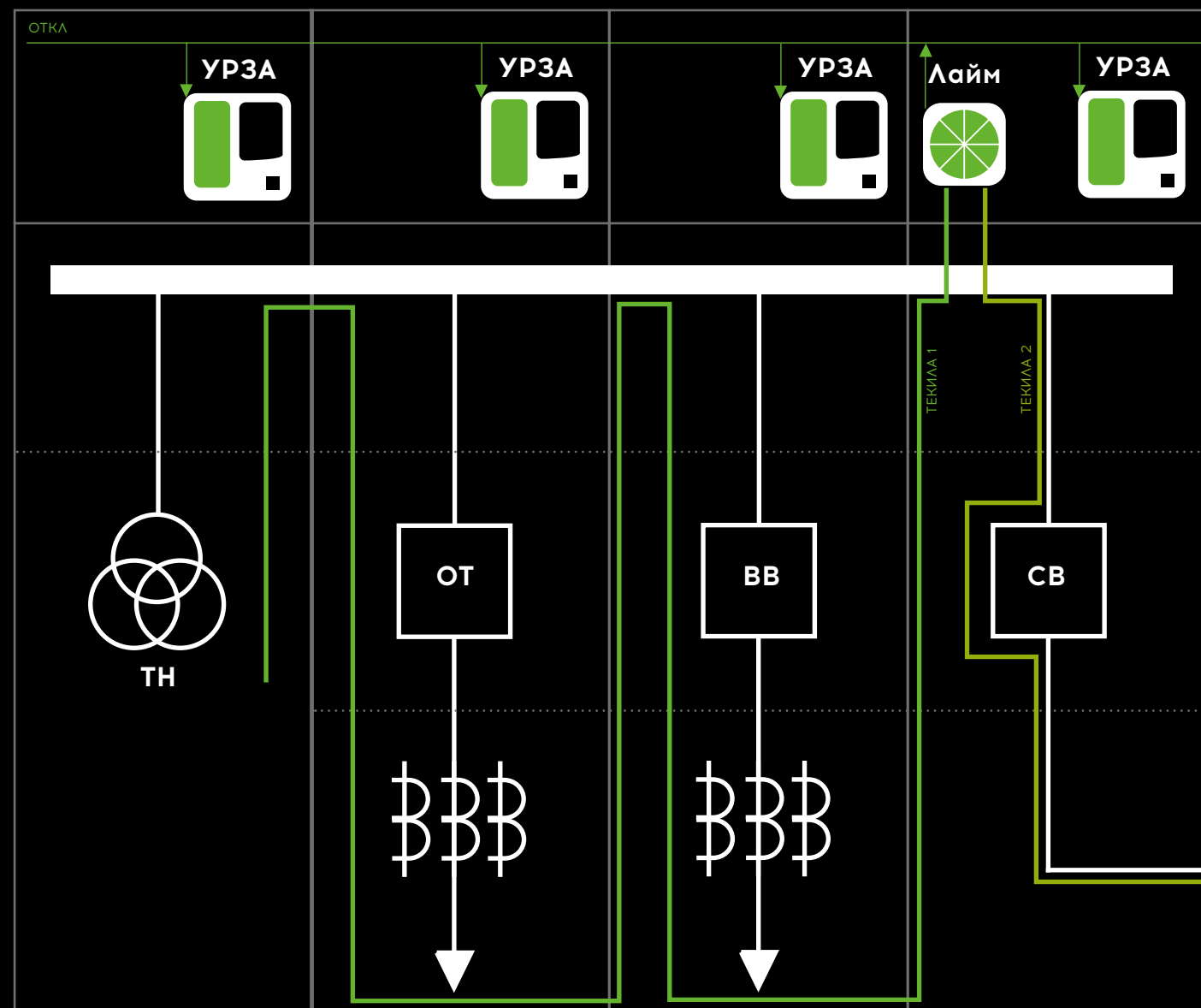


Контроль по всей
длине датчика



Лёгкая
стыковка





Технические характеристики

Быстродействие

Собственное время срабатывания Лайм от момента возникновения вспышки до момента замыкания выходного реле, мс, не более	0,9
--	-----

Электропитание

Напряжение питания оперативного тока постоянное, В	120–370 (40–190)*
Напряжение питания оперативного тока переменное, В	85–265 (35–135)*
Потребляемая мощность, Вт, не более	4
Пусковой ток при включении устройства, А, не более	1,5
Время готовности устройства после подачи питания, мс, не более	40
Нормальная работа устройства при перерывах питания, с, не более	3

* – предусмотрено исполнение МТ.ЛАЙМ.112 для работы в сетях с номинальным напряжением переменного или постоянного тока 110 В

Лайм не нуждается в дополнительной настройке на объекте и выезде представителей завода изготовителя

Выходы дискретных сигналов

Общее количество выходных реле	6
Количество выходных реле с размыкающим контактом	1
Количество выходных твердотельных (оптоэлектронных) реле	5
Диапазон коммутируемых напряжений переменного или постоянного тока, В	5–264
Коммутируемый переменный ток при замыкании и размыкании цепи, А, не более	8
Ток нагрузки оптоэлектронных реле, мА, не более	120
Коммутируемое оптоэлектронными реле напряжение постоянного тока, В, не более	400
Коммутируемое оптоэлектронными реле напряжение переменного тока, В, не более	280
Тип коммутируемой нагрузки	Активная

Дискретный вход

Количество	1
Номинальное напряжение переменного или постоянного тока, В	220 (110)*
Напряжение срабатывания переменного или постоянного тока, В, не более / не менее	170/168 (88/79)*
Напряжение возврата переменного или постоянного тока, В, не более / не менее	154/132 (77/66)*
Длительность сигнала, достаточная для срабатывания входа, мс, не более	7
Номинальная амплитуда импульса режекции тока, мА	50 (25)*

* – в зависимости от исполнения.

Дискретный вход является универсальным для подключения постоянного или переменного тока.

Конструктив

Конструктивное исполнение

Степень защиты корпуса в соответствии с ГОСТ 14254-2015 / IEC 529-89, не ниже	IP54
---	------

Условия эксплуатации

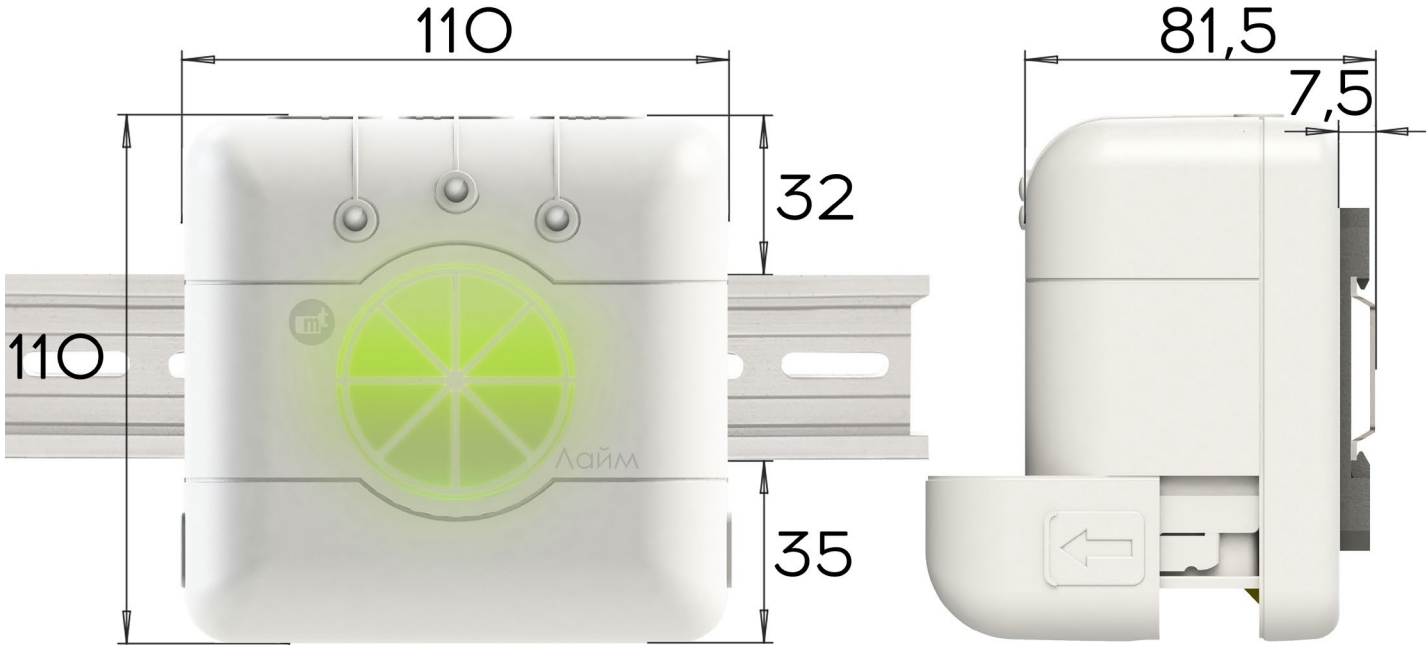
Рабочий диапазон температур, °C	От -40 до +55
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69	УХЛ 3.1
Влажность при +25 °C, %, не более	98
Атмосферное давление, мм рт. ст.	550–800
Высота установки над уровнем моря, м, не более	2000
Стойкость к механическим воздействиям по ГОСТ 17516.1	M43
Сейсмостойкость по ГОСТ 17516.1-90.10	до 9 баллов по шкале MSK-64, при уровне установки над нулевой отметкой на высоте до 10 м
НП-О31-О1	II категория
Сопротивление изоляции при нормальных климатических условиях, не менее	100 МОм при 500 В
Сопротивление изоляции при повышенной влажности (относительная влажность 98%, температура окружающего воздуха от -25 °C до +10 °C), не менее	1 МОм
Испытательное переменное напряжение	2 кВ; 50 Гц; 1 мин
Испытательное импульсное напряжение	5 кВ; 1,2/50 мкс; 5 с
Срок хранения в заводской упаковке, месяцев, не более	12
Средний срок службы, лет	20
Средняя наработка на отказ, час	125 000

23

ГАРАНТИЯ
10 лет

Вес

0,6 кг



крепление
на рейку Ω-типа

24

5 поколений дуговой защиты

Замыкания, сопровождающиеся открытой электрической дугой, вызывают значительные повреждения оборудования, приводят к длительным технологическим нарушениям и угрожают жизни персонала.

За последние 25 лет защиты от дуговых замыканий (ЗДЗ) постоянно совершенствовались и сегодня применяются в большом количестве. Современные технические решения направлены на минимизацию времени ликвидации горения дуги и обеспечение персонала объекта достоверными данными о месте ее возникновения.

Давайте проследим, как эволюционировали основные подходы к организации ЗДЗ в последние десятилетия.

Первое поколение – клапанные датчики

Её принцип прост: при горении дуги очень много энергии выделяется в виде тепла. А нагретый воздух вызывает рост давления в отсеках ячеек комплектного распределительного устройства (КРУ), в котором предусматриваются клапаны сброса давления. К клапанам подключаются концевые выключатели, объединяемые в шинки и действующие на отключение питающих присоединений.

Недостатки клапанной дуговой защиты:

- низкая чувствительность (ток > 3–5 кА);
- большое время срабатывания ($T_{здз} > 40$ мс);
- реакция защиты уже после того, как авария развилась до тяжелых последствий.

Указанные минусы обусловлены физическим принципом, лежащим в основе клапанной защиты в которой энергия несколько раз переходит из одного вида в другой:

- горящая дуга резко нагревает воздух вокруг;
- затем нагретый воздух совершает адиабатическое расширение передающее механическое усилие клапанам, к которым подключены концевые выключатели;
- срабатывание клапана;
- срабатывание концевого выключателя, подающего напряжение на катушку отключения выключателя;
- отключение выключателя, ликвидация горения дуги.

В итоге, полное время ликвидации горения дуги складывается из времени распространения ударной волны (порядка 3–15 мс/м), времени срабатывания клапана и концевого выключателя (40 мс), времени отключения выключателя 20–100 мс.

Полное время ликвидации горения дуги с клапанной защитой составляет порядка 70–150 мс.

МИХАИЛ
Технический директор
ПИРОГОВ

Второе поколение – оптоэлектронные датчики

Учитывая недостатки пускового органа, реагирующего на давление, инженерная мысль осуществила переход к новому фризическому признаку, однозначно идентифицирующему факт горения дуги – реакции на изменение освещенности в защищаемой зоне. Эволюция прошла от пускового органа, реагирующего на давление, к пусковому органу, реагирующему на свет. Да будет свет!

В то время, когда инженеры осознали преимущества использования света, наиболее доступными светочувствительными элементами были фототиристоры и фототранзисторы. Эти компоненты реагируют на свет электрической дуги, появляющийся при ионизации газа. Новый физический принцип позволил строить решения, не зависящие от времени распространения ударной волны, в сотни раз повысил чувствительность защиты к току дугового замыкания и расширил область применения ЗДЗ на ячейки типа КСО, шинные мосты.

Быстродействие защит с оптоэлектронными датчиками складывается из времени:

- срабатывания датчика (пренебрежимо мало);
- срабатывания внешнего устройства пуска по току (15–25 мс);
- времени работы промежуточного реле отключения выключателя (15–20 мс);
- времени отключения выключателя (20–100 мс).

Итого время ликвидации горения дуги, с учетом того что пуск по току и срабатывание датчика выполняются параллельно, у защит второго поколения составляет 50–145 мс.

Третье поколение – волоконно-оптические регистраторы

Творческий подход разработчиков при поиске новых принципов организации ЗДЗ дал свет ряду смелых технических идей:

- улавливание изменения напряженности электромагнитного поля объекта;
- реакция на газ и др.

Тем не менее более прагматичные технические решения нашли воплощение в устройствах ЗДЗ следующего поколения:

- распределенная защита с применением регистраторов дуговых замыканий ячеек (первым устройством такого типа был регистратор дугового замыкания типа ДУГА-О, разработанный Ячкулой Николаем Ивановичем);

- централизованная защита всех ячеек распределительного устройства одним регистратором (ОВОД-МД).

Общим принципом обоих направлений явились отказ от внешних фототиристорных и фототранзисторных элементов и использование волоконно-оптических датчиков, обеспечивающих передачу света от дугового замыкания в регистратор.

Произошла эволюция ЗДЗ. Место отдельных датчиков заняли регистраторы, обеспечивающие подключение всех датчиков защищаемой ячейки или распределительного устройства, обработку сигналов и формирование выходных воздействий. Такие защиты получили название волоконно-оптических.

Волоконно-оптические защиты устранили недостатки фототиристорных и фототранзисторных защит:

- решена проблема с электромагнитной совместимостью;
- исключены ложные срабатывания из-за токов утечки при параллельном соединении фотоприемников;
- минимизировано количество отказов защиты за счет самодиагностики оптического тракта и датчика.

Кроме того, регистраторы позволили организовать сигнализацию поврежденного элемента, облегчающую поиск места возникновения дуги персоналом, выполняющим расследование и ликвидацию последствий замыкания.

Быстродействие волоконно-оптических защит складывается из времени:

- срабатывания регистратора (7–25 мс);
- срабатывания внешнего устройства пуска по току (15–25 мс);
- времени работы промежуточного реле отключения выключателя (15–20 мс);
- времени отключения выключателя (20–100 мс).

Итого время ликвидации горения дуги, с учетом того что пуск по току и срабатывание регистратора выполняются параллельно, у защит третьего поколения составляет 50–145 мс.

Четвертое поколение – распределенно-централизованная ЗДЗ

Применение распределенных регистраторов дуговой защиты на объектах генерации и в сложных конфигурациях первичных схем вызвало существенное усложнение схем вторичной коммутации.

Логичным выходом из сложившейся ситуации стало появление контроллеров (блоков), собирающих информацию с регистраторов ячеек, реализующих логику работы ЗДЗ объекта и обеспечивающих формирование команд селективного отключения присоединений. Дополнительно такие контроллеры осуществляют независимый от устройств РЗА пуск по току, подробное журналирование и сигнализацию, осциллографирование.

Сформировалось новое поколение распределенно-централизованной ЗДЗ.

Быстродействие таких систем складывается из времени:

- срабатывания оптического регистратора ячейки КРУ или КСО, замыкания его выходного реле (7-25 мс);
- срабатывания дискретного входа центрального блока ЗДЗ (15–30 мс);
- срабатывания пуска по току блока ЗДЗ (15–25 мс, параллельно приему сигнала от регистратора);
- работы логики центрального блока ЗДЗ (5–10 мс);
- замыкания выходного реле центрального блока ЗДЗ (7–10 мс);
- срабатывания промежуточного реле отключения выключателя (15–20 мс);
- отключения выключателя (20–100 мс).

Итого в решениях с дополнительным центральным контроллером время ликвидации горения электрической дуги составляет 69-195 мс, что сопоставимо по быстродействию с обычной логической защитой шин и клапанной защитой.

Пятое поколение – распределенно-независимая ЗДЗ

Обобщая большой объем обратной связи от служб эксплуатации РЗА о том, какой должна быть дуговая защита следующего поколения, инженеры компании НПП «Микропроцессорные технологии» сформировали тезисы:

- защита должна обеспечить выявление дуги, обработку логики, пуск по току и подачу напряжения на электромагнит отключения выключателя за время менее 1 миллисекунды. Иными словами, её быстродействие должно быть настолько высоким, что бы при оценке потенциального ущерба и проектировании решений в расчет принималось только собственное время отключения выключателя;
- защита должна исключать недостатки, выявленные при эксплуатации решений предыдущих поколений;
- необходимо обеспечить высокую наблюдаемость и интеграцию в современные системы мониторинга и АСУ;

- обеспечить простоту применения на объектах со сложной первичной схемой и на объектах генерации, адаптивность;

- стоимость нового решения должна быть сопоставима с наиболее распространенными в настоящий момент регистраторами третьего поколения.

Спустя год работы мы создали устройство Лайм+ и добились невероятного быстродействия.

Лайм+ – это первое полноценное цифровое устройство защиты от дуговых замыканий, устанавливаемое в каждую защищаемую ячейку КРУ или КСО. Устройство содержит в себе преимущества устройств третьего и четвертого поколений, при этом лишено их недостатков.

Лайм+ обеспечивает и имеет на борту:

- измерение фазных токов и тока нулевой последовательности, благодаря чему повышается быстродействие, надежность и независимость системы ЗДЗ от РЗА;
- мощное твердотельное быстродействующее реле прямого действия на электромагнит выключателя, обеспечивающее коммутацию токов до 15 А и исключающее потерю времени на промежуточном реле отключения;

- мощный двухъядерный микроконтроллер STM32H7x5, обеспечивающий возможность принять решение об отключении 10 раз за одну миллисекунду, что в 20 раз быстрее, чем цифровые терминалы РЗА;

- осциллографирование аварийных процессов и журналирование, обеспечивающие полную прозрачность в расследовании аварий по сравнению с обычными регистраторами;

- гибкую логику для реализации эксклюзивных задач и конкуренции продукта на международной арене;

- два порта связи RS-485, работающих параллельно и с независимыми настройками, поддерживающи как протокол Modbus RTU, так и ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006.

Отдельной задачей, настоящим вызовом, который успешно решен инженерами компании НПП Микропроцессорные технологии, является отказ от традиционной, медленной цифровой обработки сигналов токов на основе преобразования Фурье в пользу значительно более быстрых алгоритмов. Преобразование Фурье дает стабильную работу в терминалах релейной защиты, но его минусом является получение достоверного действующего значения сигнала за время **20 мс**, равное периоду промышленной частоты. Для дуговой защиты это очень медленно.

На этапе патентования находится новый принцип реализации быстрого токового пускового органа, разработанный инженерами нашей компании. Принцип действия пускового органа основан на оценке скорости приращения мгновенных значений измеряемых токов и заслуживает рассмотрения в отдельной статье. Дополнительно к данному пусковому органу, конечно, задействован классический пуск по току.

Лабораторные испытания с реакцией на настоящую электрическую дугу подтвердили быстродействие Лайм+ на уровне **0,6 мс** (фиксация вспышки света, пуск по току, логика ЗДЗ, срабатывание выходного реле).

Несмотря на стабильное, многократное подтверждение быстродействия **0,6 мс** мы решили оставить небольшой запас и указать полное время срабатывания решения **0,8 мс**.

Время **0,8 мс** включает в себя, с учетом необходимых повторений для обеспечения достоверного результата:

- выявление вспышки света;
- выявление увеличения тока при замыкании;
- обработку логической схемы;
- срабатывание мощного выходного реле прямого действия на электромагнит отключения выключателя.

Подобный подход, эволюция простых регистраторов дуговых замыканий в сторону создания функциональных и также распределенных регистраторов, сегодня виден и среди западных производителей. Например, ARC GUARD SYSTEM TVOC-2 или AQ-110. Пуск по току в таких устройствах совмещается с регистратором дуговых замыканий, а также на борт устанавливаются мощное твердотельное быстродействующее реле, цифровой осциллограф, коммуникационные интерфейсы.

Лайм+ дополнен волоконно-оптическим петлевым датчиком ТЕКИЛА, позволяющим защищать несколько отсеков/ячеек одним регистратором (например, ячейку вводного выключателя и соседнюю ячейку с трансформатором напряжения). Комбинация Лайм+ – ТЕКИЛА позволяет в ряде первичных схем сократить число применяемых регистраторов и обеспечить стоимость решения на уровне обычных регистраторов третьего поколения.

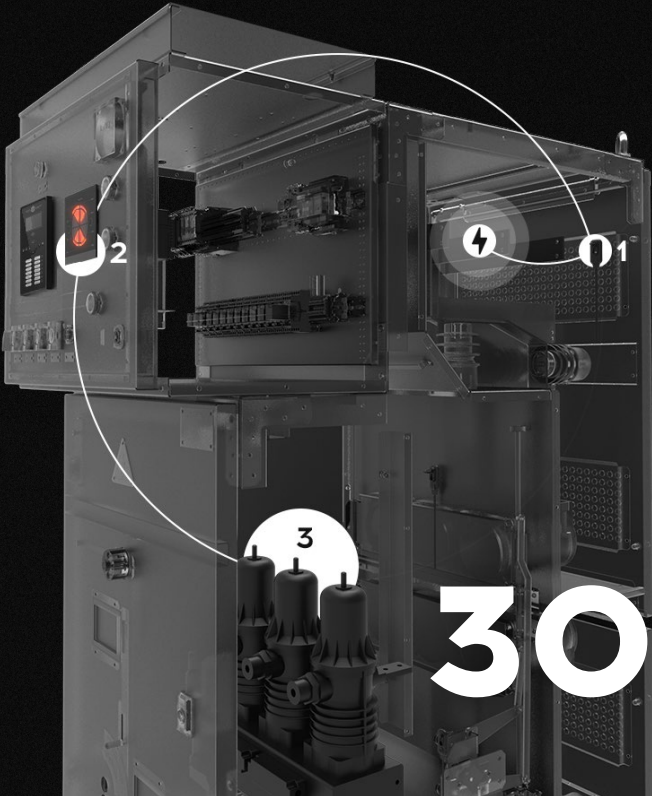
Лайм+ – ТЕКИЛА - удачный выбор!

Для повсеместного применения важны не только выдающиеся технические характеристики, но и доступная рыночная стоимость. Инженерам нашей компании удалось этого достигнуть. Стоит отметить, что это было самой сложной задачей в ходе реализации проекта.

Вложив много личных усилий в создание Лайм+, авторы статьи мечтают о том, что разработанный подход оправдает себя в широком применении в ближайшие годы, инициирует дальнейшую эволюцию существующих решений и вдохновит инженеров других компаний.

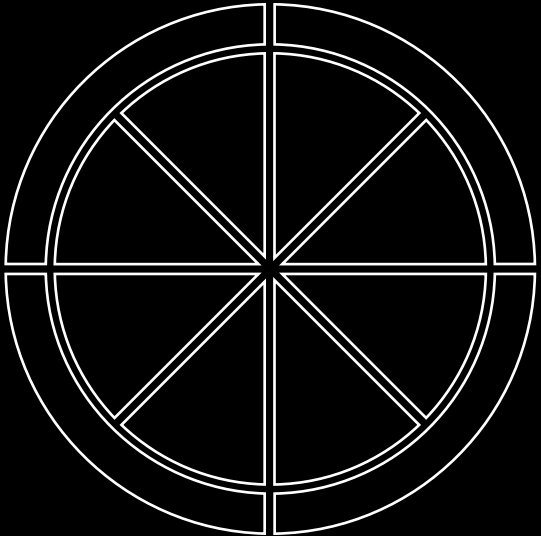
Только с Лайм+ Прямое действие на выключатель

50 - 100 мс		Отключение масляного выключателя
20 - 40 мс		Отключение вакуумного выключателя
< 1 мс	Лайм + объединяет все этапы	Срабатывание встроенного мощного быстродействующего реле
		Пуск по току
		Обнаружение вспышки



Цифровое
устройство
дуговой защиты

Оптический регистратор
коротких замыканий, сопровождающихся
открытой электрической дугой.



Новейшая разработка

Встроенный пуск по току

Дуговая защита пятого поколения

ОПИСА-

Существующие в настоящий момент на отечественном рынке аналоги предыдущего поколения представляют собой регистраторы вспышки света, сопровождающей появление открытой электрической дуги. В традиционных схемах защиты от дуговых замыканий с применением подобных регистраторов дополнительно требуется использование внешнего устройства, регистрирующего увеличение тока короткого замыкания, и разрешающего работу защиты. Исполнительным органом защиты являются промежуточные реле, являющиеся третьим составным элементом схемы.

Лайм+ объединяет в себе все три составляющие традиционной схемы защиты. Благодаря чему дуговая защита получила следующие уникальные особенности:

- независимость от внешних устройств пуска по току и промежуточных реле, что значительно повышает надежность системы;
- полное быстродействие дуговой защиты составляет менее 1 мс, что как минимум в 20 раз превосходит существующие аналоги.

Лайм+ построен на основе двухъядерного чипа STM32H7x5, производительность которого позволила организовать работу основных функций с длительностью программного цикла 100 мкс (в 100 раз быстрее типичных устройств релейной защиты и автоматики).

К уникальным возможностям устройства следует добавить встроенную функцию цифрового осциллографа (Comtrade, IEC 60255-24 Edition 2.0 2013-04) и возможность задания дополнительной гибкой логики функционирования.

Для удобства обслуживания в устройстве предусмотрен интерфейс Bluetooth с возможностью беспроводного мониторинга состояния с помощью ПК или мобильного устройства на базе OS Android.

Функциональные возможности принципиально отличают Лайм+ от других подобных устройств, тем самым формируя новое, пятое, поколение дуговой защиты.

УСТРОЙ- СТВА

33

Пуск по току

Не зависит от РЗА

Прямое действие на выключатель

Мощное твердотельное реле



О

БЫСТРОДЕЙСТВИЕ

8

МС

с учетом времени
выходного реле

Гибкая логика

Адаптивность использования

34

Функции устройства

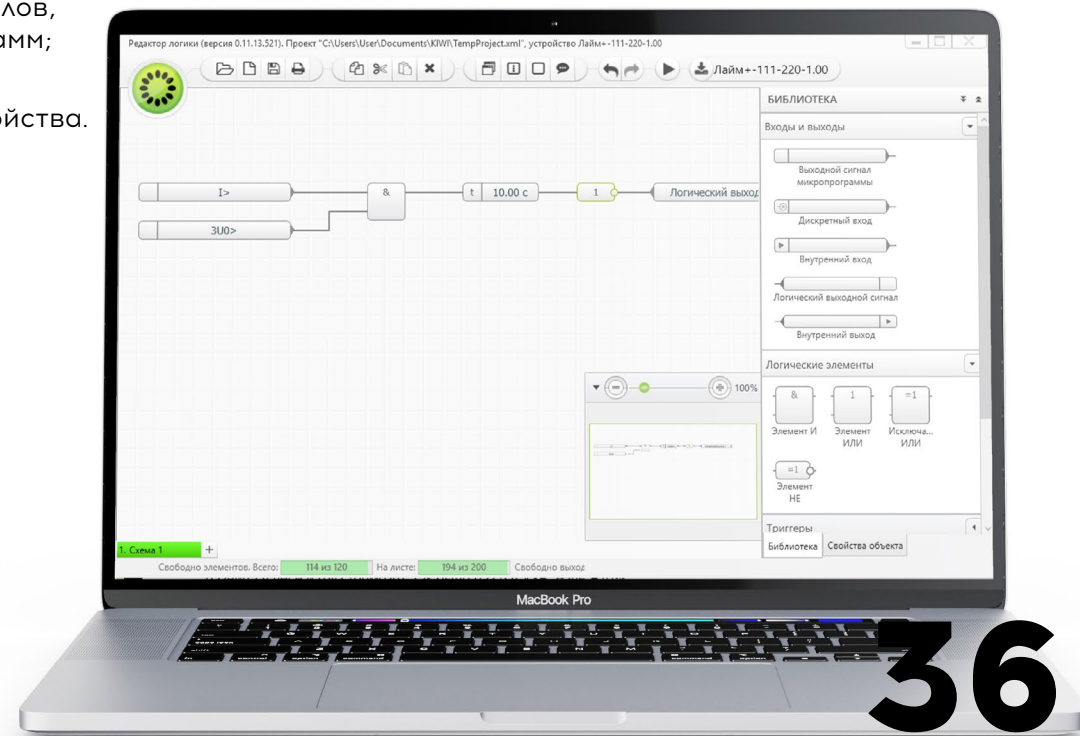
- регистрация дугового замыкания в отсеках ячейки по факту срабатывания датчиков дуговых замыканий – основной признак пуска защиты от дуговых замыканий (ANSI AFD);
- контроль фазных токов (ANSI 50/51) и тока нулевой последовательности (ANSI 50N/51N) – дополнительный признак пуска защиты от дуговых замыканий;
- формирование сигнала отключения выключателя ячейки, в которой установлено устройство, в случае одновременного срабатывания датчика и встроенного пуска по току или внешнего пуска от защит;
- функция УРОВ (ANSI 50BF) с действием на отключение вышестоящих выключателей при отказе выключателя защищаемого присоединения;
- непрерывный контроль целостности каналов подключения и датчиков дуговых замыканий;
- формирование выходных сигналов регистрации дугового замыкания с делением на две зоны защиты, обеспечивающих селективное отключение поврежденного элемента;
- формирование световой сигнализации на устройстве и двери релейного отсека, а также её сброс внешним ключом управления / кнопкой на лицевой панели устройства;
- осциллографирование аварийных процессов в формате Comtrade в энергонезависимую память;
- защита от ложных срабатываний при освещении датчиков источником света со световым потоком, эквивалентным лампе накаливания мощностью 60 Вт с расстояния 45 см и более;
- сохранение работоспособности при появлении сажи и пыли на объективе ВОД;
- контроль уровня напряжения оперативного питания;
- двойной независимый контроль работы внутреннего микроконтроллера с помощью отдельного независимого узла электронной схемы;
- сигнализация неисправности во внешние цепи при нарушении цепей питания, повреждении датчиков дуговых замыканий или в результате срабатывания системы самодиагностики устройства;
- обмен информацией с АРМ и АСУ по интерфейсам RS-485 и протоколам Modbus и/или ГОСТ Р МЭК-60870-5-101-2006.

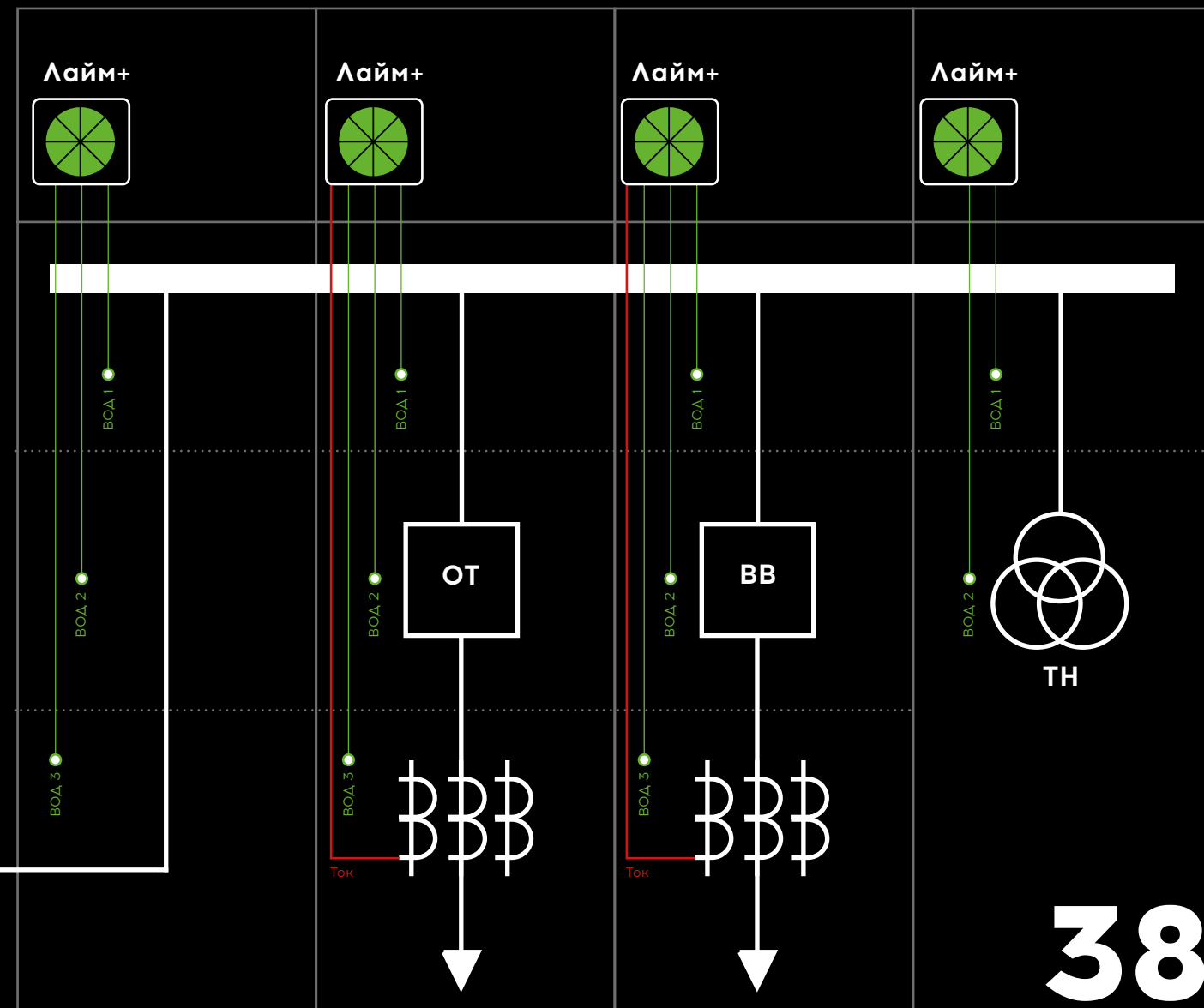
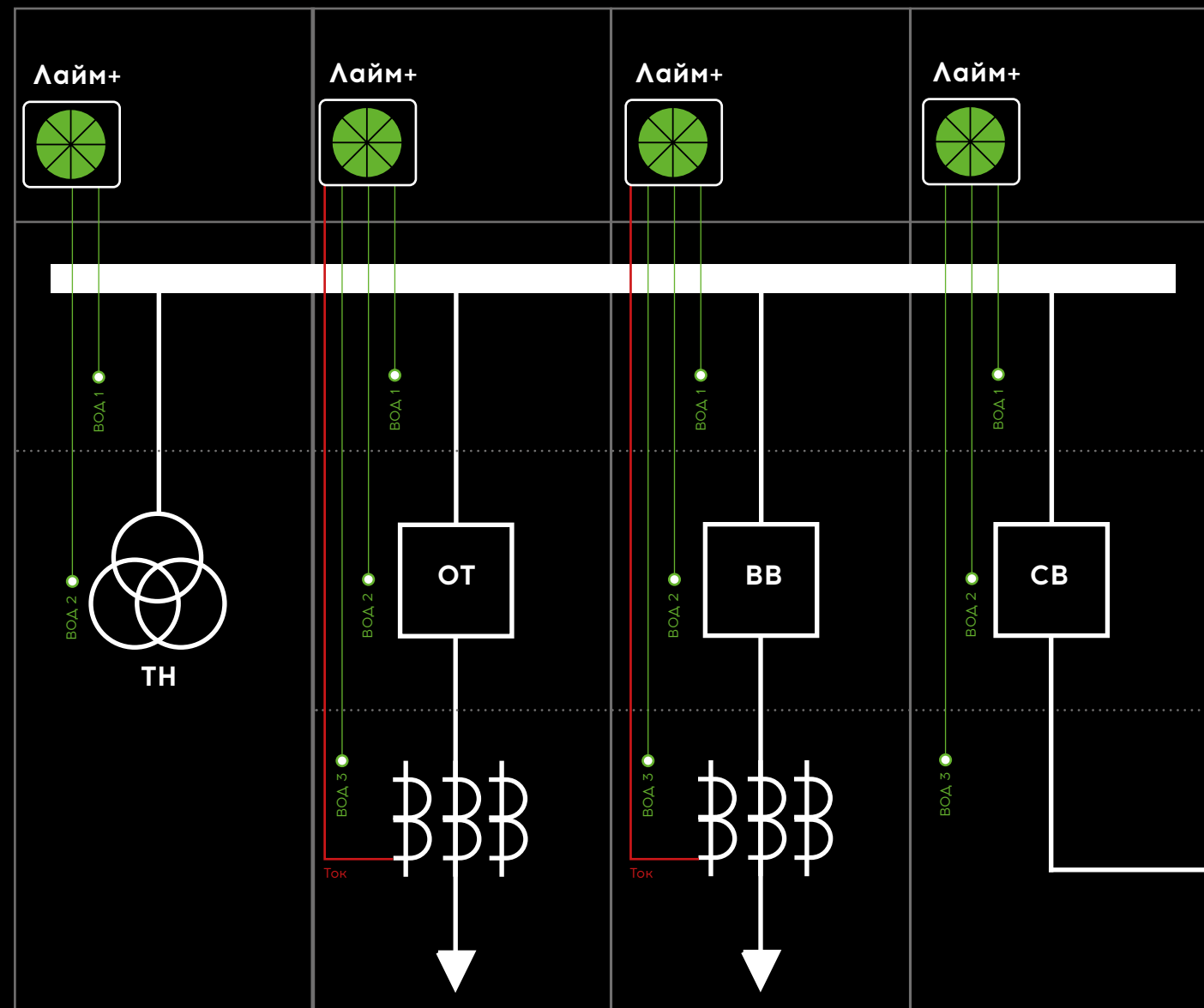
Настройка и мониторинг

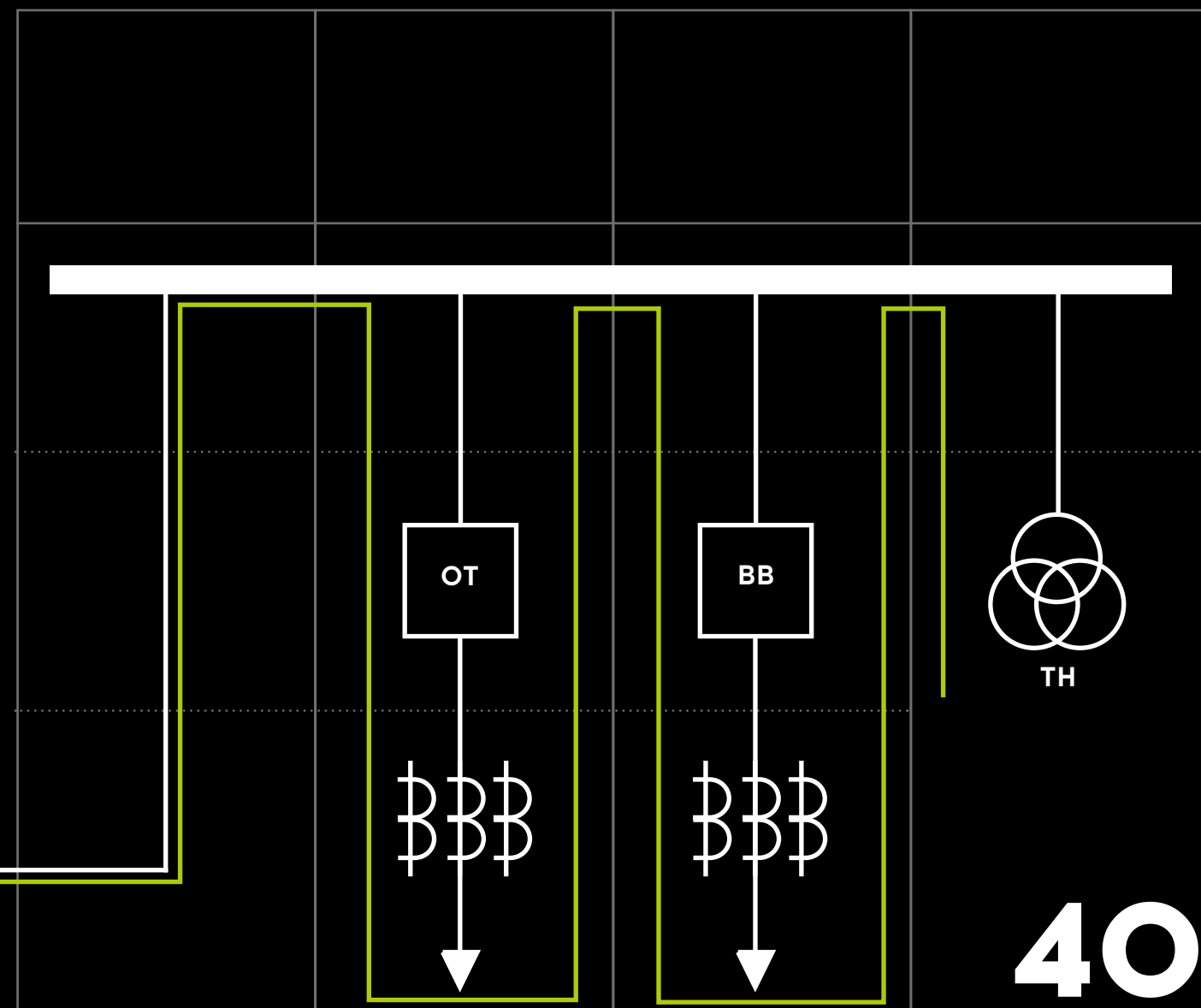
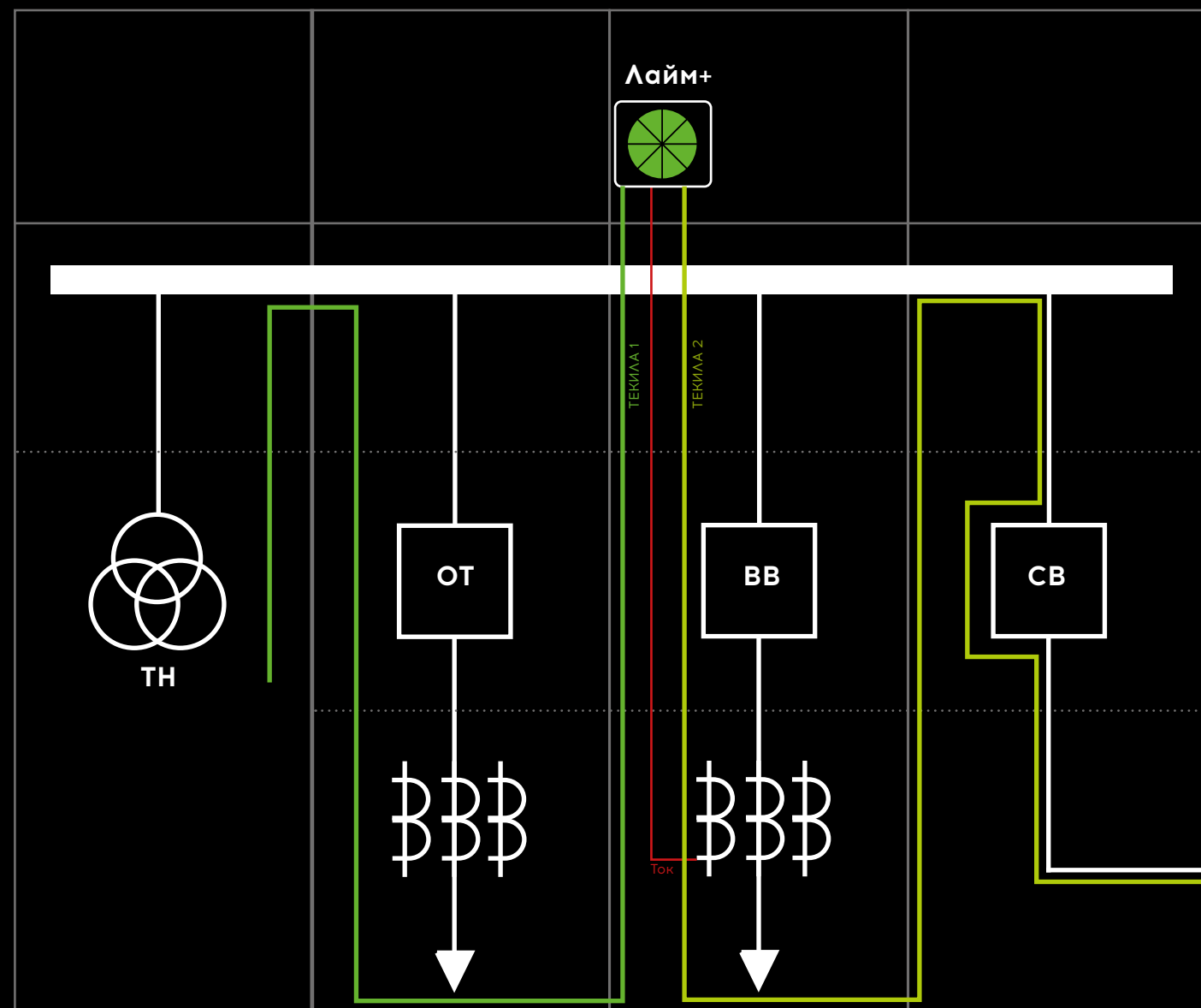
Настройка устройства осуществляется с помощью программного обеспечения KIWI, которое доступно для скачивания по ссылке <http://i-mt.net/kiwi>.

ПО KIWI обладает следующей функциональностью:

- ввод уставок;
- назначение дискретных входов и выходных реле;
- создание гибкой логики;
- просмотр текущего состояния устройства: состояния входов и выходов, текущие значения аналоговых параметров;
- просмотр журналов, скачивание осциллограмм;
- обновление микропрограммы устройства.







Технические характеристики

Быстродействие

Полное время срабатывания устройства (только свет) с учетом времени действия твердотельных реле K1-K4, мс, не более	0,8
Полное время срабатывания устройства (с пуском по току) с учетом времени действия силового реле K5, мс, не более	0,8*

Электропитание

Номинальное напряжение оперативного тока, В	220
Напряжение питания оперативного тока постоянное/выпрямленное, В	54–265**
Напряжение питания оперативного тока переменное, В	78–370***
Величина пускового тока, А, не более / постоянная времени затухания, мс, не более	3 / 10
Потребление цепей оперативного тока в состоянии покоя/срабатывания, Вт, не более	3 / 5
Предельная допустимая пульсация напряжения, %	100
Время готовности устройства после подачи питания, мс, не более	40
Нормальная работа устройства при перерывах питания, с, не более	3

* – при введении установки ускоренного пуска по току В35 и вторичном токе не менее 10 А

** – работа светодиодной индикации обеспечивается при напряжении от 122 В

*** – работа светодиодной индикации обеспечивается при напряжении от 163 В

Устройство не срабатывает ложно и не повреждается:

- при снятии и подаче оперативного питания, а также при перерывах питания любой длительности с последующим восстановлением;
- при подаче напряжения постоянного или выпрямленного тока обратной полярности;
- при замыкании на землю цепей оперативного питания.

Устройство обеспечивает хранение программной настройки, информации журналов и осциллограмм в течение всего срока службы.



Технические характеристики

Аналоговые входы	
Номинальная частота переменного тока, Гц	50 / 60
Количество входов по току, шт	3
Диапазон измерения фазных токов, А, во вторичных величинах*	0,1–120
Диапазон измерения тока нулевой последовательности в сетях с малым током замыкания на землю, А, во вторичных величинах	0,01–3
Приведённая погрешность измерения, %	±2
Потребляемая мощность всех цепей переменного тока, ВА/на фазу, не более	0,1

* – Ia, Ib, Ic или Ia, Ic, 3IO – программный выбор.

Дискретные входы	
Количество	5
Род оперативного тока	Переменный, постоянный, выпрямленный
Номинальное напряжение, В	220
Напряжение срабатывания на постоянном токе, В, не менее / не более	164 / 170
Напряжение срабатывания на переменном токе, В, не менее / не более	159 / 167
Напряжение возврата на постоянном токе, В, не менее / не более	97 / 107
Напряжение возврата на переменном токе, В, не менее / не более	125 / 141
Предельное напряжение тепловой стойкости, В	300
Длительность сигнала для срабатывания входа на постоянном/переменном токе при номинальном напряжении, мс, не менее	20 / 25
Установившееся значение тока, мА	2,5±3%

Дискретные выходы	
Количество	8

Интерфейсы связи	
Связь с персональным компьютером	USB-B, протокол внутренний
Связь со смартфоном / планшетом / ноутбуком	Bluetooth 4.2
Связь с персональным компьютером, АСУ, АРМ	RS-485 – 2 шт Протоколы: Modbus RTU, ГОСТ Р МЭК-60870-5-101-2006



На задней панели устройства расположены:

- разъемная клеммная колодка X1, обеспечивающая подключение цепей питания и интерфейсов RS-485 сечением проводника до 2,5 мм²;
- разъемная клеммная колодка X2, обеспечивающая подключение внешних цепей дискретных входов сечением проводника до 2,5 мм²;
- разъемная клеммная колодка X3, обеспечивающая подключение внешних цепей дискретных выходов сечением проводника до 2,5 мм²;
- оптические разъемы для подключения датчиков типа ВОД и ТЕКИЛА;
- три токовых входа, представляющих собой тороидальные трансформаторы тока, вынесенные за пределы корпуса прибора и обеспечивающие подключение внешних цепей с диаметром проводника (наконечника) до 9 мм.

Технические характеристики

Электромеханические реле	
Количество	3
Диапазон коммутируемых напряжений переменного и постоянного тока, В	10–265
Коммутируемый постоянный ток (действие на размыкание) при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,02 с, А, не более	0,3
Коммутируемый постоянный ток (действие на замыкание), А, не более	8
Коммутируемый переменный ток (действие замыкание/размыкание), А, не более	8
Электрический ресурс на переменном токе при резистивной нагрузке 8 А, 250 В, коммутаций, не менее	25 000
Механический ресурс, коммутаций, не менее	50 000

Твердотельные реле	
Количество	4
Диапазон коммутируемых напряжений переменного и постоянного тока, В	5–265
Ток нагрузки, мА, не более	120
Тип нагрузки	активная
Электрический ресурс, коммутаций, не менее	100 000

Твердотельное силовое реле отключения	
Количество	1
Диапазон коммутируемых напряжений постоянного тока, В	7–650
Коммутируемый постоянный ток, А, не более	15
Электрический ресурс, коммутаций, не менее	100 000

ОСЦИЛЛОГРАФИРОВАНИЕ

- Запись осциллограмм в формате Comtrade, IEC 60255-24 Edition 2.0 2013-04
- Настраиваемая длительность до 5 с Предыстория 0,1 с
- Суммарная длительность всех осциллограмм в памяти – 210 с



Конструктив

Конструктивное исполнение	
Степень защиты лицевой панели в соответствии с ГОСТ 14254-2015 / IEC 529-89, не ниже	IP64
Степень защиты корпуса в соответствии с ГОСТ 14254-2015 / IEC 529-89, не ниже	IP40

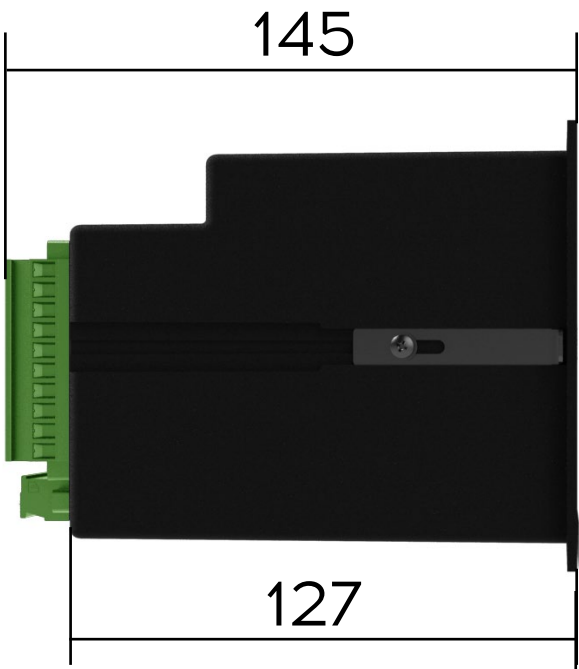
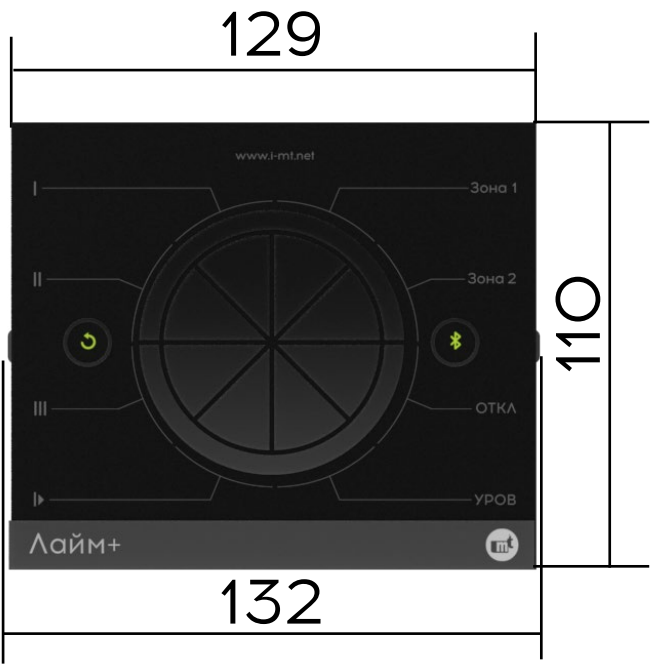
Условия эксплуатации	
Рабочий диапазон температур, °C	От -40 до +55
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69	УХЛ 3.1
Влажность при +25 °C, %, не более	98
Атмосферное давление, мм рт. ст.	550–800
Высота установки над уровнем моря, м, не более	3000
Стойкость к механическим воздействиям по ГОСТ 17516.1	M43
Сейсмостойкость по ГОСТ 17516.1-90.10	до 9 баллов по шкале MSK-64, при уровне установки над нулевой отметкой на высоте до 10 м
НП-О31-О1	II категория
Сопротивление изоляции при нормальных климатических условиях, не менее	100 МОм при 500 В
Сопротивление изоляции при повышенной влажности (относительная влажность 98%, температура окружающего воздуха от -25 °C до +10 °C), не менее	1 МОм
Испытательное переменное напряжение	2 кВ; 50 Гц; 1 мин
Испытательное импульсное напряжение	5 кВ; 1,2/50 мкс; 5 с
Срок хранения в заводской упаковке, месяцев, не более	12
Средний срок службы, лет	25
Средняя наработка на отказ, час	125 000

47

Вес

0,8 кг

Устройство выполнено в виде моноблока с лицевой панелью. Крепление блока может быть осуществлено в вырез на любой поверхности с помощью специальных прижимов. Рекомендуется установка на дверце ячейки КРУ.



ГАРАНТИЯ

10 лет

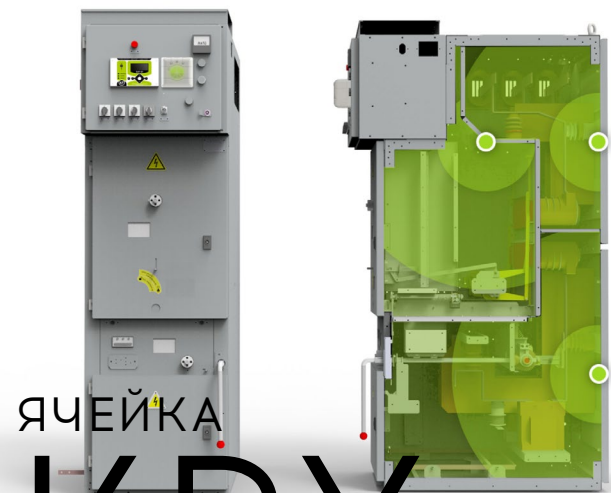
48

ЗДЗ ПОД КЛЮЧ

Выполнение всех этапов проекта по оснащению энергообъектов 0,4–35 кВ самой быстрой в мире защитой от дуговых замыканий Лайм. Микропроцессорные технологии – компания полного цикла **с опытом более 10 лет**. От разработки продукта до сопровождения в период эксплуатации, включая ПИР, СМР и ПНР.

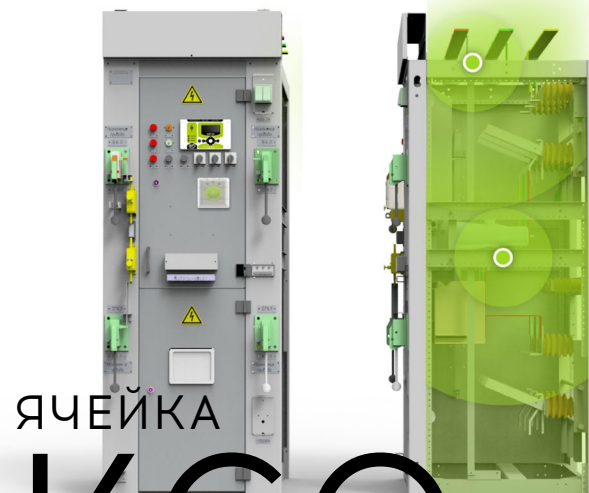
Наша компания входит в ТОП-3 по объему поставок систем защит от дуговых замыканий в РФ и СНГ.

Установка защиты от дуговых замыканий предписана приказом № 288 МИНЭНЕРГО РФ.



ячейка

КРУ



ячейка

КСО

МЫ РЕШАЕМ СЛЕДУЮЩИЕ ЗАДАЧИ

1 Предпроектное обследование

Выезд специалиста для сбора исходных данных

Решение под ключ для ячеек от 0,4 до 35 кВ

2 Проектирование

Подготовка всех стадий проектной документации: ОТР, ПД, РД

- Проект от производителя с учетом всех требований НТД
- Оптимальный состав оборудования
- Предоставляем технические решения, зарекомендовавшие себя в течение многих лет эксплуатации на десятках объектов
- Проект составляется с учетом специфических особенностей каждого объекта

3 Поставка оборудования

Мы осуществляем поставку как оборудования, так и расходных материалов для комплектации объекта «под ключ»

- Поставка оборудования напрямую от завода – изготовителя
- Применение качественной и современной комплектации

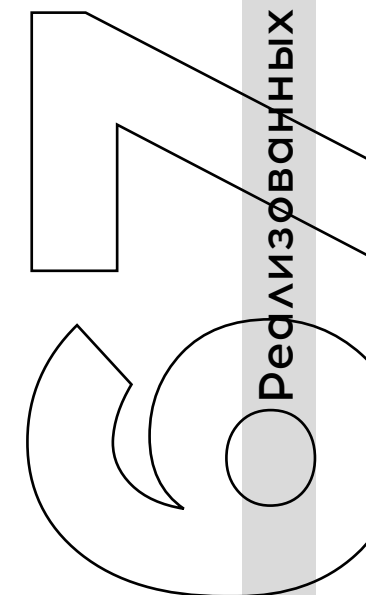
4 Строительно-монтажные работы

Монтаж осуществляет завод-изготовитель, что гарантирует соблюдение всех норм и требований по установке оборудования.

Монтаж оптоволоконных датчиков производят профессионалы, что гарантирует их надежную работу на всем заявленном сроке службы.

5 Пуско-наладочные работы

- Проведение обучения эксплуатирующего персонала
- Подготовка инструкций для ОВБ
- Наладка от завода – изготовителя: шеф-монтаж и шеф-наладка в одном
- Консультационное сопровождение объекта на всем протяжении эксплуатации электрооборудования



Реализованных объектов

Отдел продаж:
+7 495 174 55 50
sales@i-mt.net

Тех. поддержка:
8 800 555 25 11
01@i-mt.net

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

www.i-mt.net