

УДК 621.316.95

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УСТРОЙСТВ ДУГОВОЙ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЗАЩИТЫ КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Шадрин А.В., старший оператор
Научный руководитель: Петров А.А., младший научный сотрудник
Федеральное государственное автономное учреждение «Военный
инновационный технополис ЭРА»
г. Анапа

Внутренние дуговые короткие замыкания (ДКЗ) в комплектных распределительных устройствах (КРУ) напряжением 6–35 кВ представляют собой одну из наиболее опасных аварийных ситуаций в распределительных сетях. Согласно исследованиям, температура электрической дуги вместе короткого замыкания (КЗ) достигает 10000–25000 °С за 30–50 мс, за это время дуга успевает: расплавить металлические конструкции ячейки, вызвать взрывную декомпрессию с выбросом огненного шара, привести к травматизму обслуживающего персонала, вызвать переход КЗ на смежные ячейки [1]. Традиционные токовые защиты, такие как максимальная токовая защита (МТЗ) и токовая отсечка (ТО) обладают относительной селективностью и недостаточным быстродействием из-за необходимости согласования с защитами смежных элементов. Именно поэтому дуговая защита (ДЗ) стала критически важным элементом современных систем РЗА ввиду абсолютной селективности. Её основное назначение сверхбыстрое обнаружение и отключение внутренних дуговых повреждений с минимальным временем срабатывания. Существуют несколько принципов реализации дуговых защит реагирующих: на повышение давления, клапанная ДЗ; на повышение степени ионизации газов; на появление излучения от горения дуги, реализованную на фототиристорах, фоторезисторах, фотодиодах и волоконно-оптических датчиках (ВОД). Согласно стандарту [2], ДЗ необходимо предусматривать в распределительных устройствах (РУ) 6–35 кВ на вводных и секционных выключателях, на секциях и отходящих линиях.

На российском рынке устройств фиксации ДКЗ в настоящее время отсутствуют зарубежные производители из-за санкций и геополитической обстановки. В это же время отечественные компании наращивают объемы поставок. В этих условиях особенно актуален анализ рынка ведущих российских производителей устройств фиксации ДКЗ автономного исполнения (в виде отдельного блока, выполняющего функции фиксации и отключения поврежденного участка). Такой критерий выбран потому что позволяет дооснастить комплект устройств РЗА защищаемого участка без полной реконструкции, что особенно важно для КРУ советского производства, остающихся в эксплуатации на сегодняшний день.

Научно-технический центр «Механотроника» г. Санкт-Петербург – один из ведущих российских разработчиков и производителей микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики (МП УРЗА), данное предприятие предлагает комплект защит «ДУГА-МТ» с МЭК 61850. Комплект защиты состоит из датчиков «ВОД-Л» или «ВОД-РК2», регистраторов «Дуга-О», «Дуга-О-Б» либо «Дуга-о2 НЕО», а также центрального блока [3]. Основным преимуществом данного устройства является поддержка МЭК 61850, что позволяет быть реализованным в проектах цифровой подстанции.

Чебоксарский электроаппаратный завод (ЧЭАЗ) – одно из старейших предприятий российской электротехнической промышленности, основанное в 1962 году, представляет на рынке блоки дуговой защиты «БДЗ-02» и «БДЗ-03». Устройства состоят из самого блока и ВОД [4], их преимуществом перед конкурентами является «простота», блоки выполнены в классической архитектуре без избыточной функциональности, что обеспечивает высокую надежность и простоту в эксплуатации.

ООО «Микропроцессорные технологии» г. Москва – российская инженерная компания, специализирующаяся на разработке и производстве интеллектуальных систем защиты и автоматики для энергетики и промышленности. Компания предлагает на рынке следующие комплекты защит «Лайм», «Лайм +», «Лайм 2.0» [5]. Рассмотрим базовую версию «Лайм», она включает в себя блок и ВОД. Основным преимуществом устройства является указанное производителем быстродействие, ни один из конкурентов не гарантирует такую скорость срабатывания защиты, также производитель предлагает петлевой датчик «Текила», который реализует защиту нескольких отсеков.

ООО «Радиус Автоматика» г. Екатеринбург – российский разработчик и производитель систем автоматизации и релейной защиты для энергетики, транспорта и промышленности. На рынке представляет ДЗ как в комплекте терминалов защит «Сириус-2Л-02», «Сириус-2ДЗЛ-02.02» так и индивидуальные устройства «Орион-ДЗ» и «Орион-3ДЗ», своё внимание обратим на более продвинутую версию «Орион-3ДЗ», интересна она тем, что формирует GOOSE-сообщения о собственной конфигурации и зафиксированных событиях в соответствии с протоколом МЭК-61850 [6].

ООО «Релематика» г. Чебоксары – один из ведущих российских разработчиков и производителей МП РЗА. На рынок представляет комплект защиты «ЗДЗ-01» включающее в себя микропроцессорный блок и ВОД [7]. В рассматриваемом блоке реализован протокол SPA-bus позволяющий обеспечивать бесшовную совместимость с терминалами «Релематика» и другими устройствами, поддерживающими этот стандарт.

Стоит упомянуть про еще одного ведущего российского производителя научно-производственное предприятие «ЭКРА» г. Чебоксары и их микропроцессорный терминал «ЭКРА 217» с встроенной функцией от ДКЗ, а также поддержанием протоколов по стандарту МЭК 61850 [8], интерес данный терминал еще тем, что ДЗ в терминале реализована по двухступенчатому алгоритму: на

первом этапе происходит оптическое обнаружение вспышки света; параллельно этому контролируется ток в защищаемом присоединении, при обнаружении вспышки и превышении тока уставки происходит срабатывание защиты. Данное решение будет уместно рассматривать при проектировании новых КРУ либо при полной реконструкции устройств РЗА. На сегодняшний день компания не предоставляет ДЗ выполненную отдельным микропроцессорным блоком.

Сравнительные характеристики устройств ДЗ различных производителей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Обзор ключевых параметров устройств ДЗ различных производителей.

Параметр	ДУГА-МТ	БДЗ-02 БДЗ-03	Лайм	Орион-ЗДЗ	ЗДЗ-01
Число входов ВОД	4	4	3	3	1
Дискретные выходы	4	2	6	6	3
Оперативное напряжение питания, В Постоянное Выпрямленное Переменное	66-264	220 110	120-370 85-265	90-242	110 или 220
Время срабаты- вания, мс	Не более 3	Не более 8	Не более 0,9	Не более 10	Не более 10
Угловой раз- мер контроля дуго ОД	180°	180°	180°	120°	120°
Сетевые интер- фейсы	RS-485; Ethernet; 10/100 BASE-TX; Ethernet 100 BASE-FX	RS-485;	–	RJ-45; Ethernet	RS-485;
Протоколы	MODBUS- RTU; MODBUS- MT; MODBUS- TCP; MODBUS- MT/TCP.	–	–	GOOSE	SPA-bus
Климатические условия, °С	От -40 до +55	От -40 до +55	От -40 до +55	От -40 до +55	От -40 до +55
Степень за- щиты корпуса	IP40	IP40	IP40	IP40	IP40

Для более обоснованного анализа информации приведенного в таблице 1 обратимся к нормативной документации [9] предъявляющей требования к МП УРЗА. Согласно данному стандарту все рассмотренные устройства удо-

влетворяют выдвинутым требованиям таким как: количество входов для датчиков возникновения дуги не менее 3; собственное время срабатывания не более 10 мс; угловой размер контроля дуги не менее 120°.

Российский рынок дуговых микропроцессорных защит сегодня представляет собой зрелую, конкурентную и динамично развивающуюся отрасль. Богатство предложений позволяет потребителю сделать осознанный выбор в зависимости от технических требований, бюджета и стратегических приоритетов. Конкуренция между производителями стимулирует постоянное совершенствование технологий, расширение функционала и улучшение качества продукции. Потребитель сегодня вправе выбирать не только между разными производителями, но и между различными конфигурациями одного и того же решения (например: «Лайм», «Лайм+», «Лайм 2.0»; «Орион-ДЗ», «Орион-3ДЗ»), что позволяет оптимально подобрать МП УРЗА под конкретные задачи. Современные средства защиты становятся всё более автоматизированными, от простых пороговых значений срабатываний до сложных устройств с различными протоколами передачи данных. При этом все решения соответствуют требованиям действующих стандартов, что гарантирует их надёжность и безопасность. Таким образом, потребитель сегодня располагает широким спектром качественных решений для защиты распределительных устройств от внутренних ДКЗ, и выбор конкретного устройства зависит исключительно от его технических предпочтений и экономических возможностей.

Список литературы:

1. Нагай В.И. Релейная защита ответственных подстанций электрических сетей. –М.: Энергоатомиздат, 2002. – 312с., ил.
2. СТО 56947007-29.240.10.248-2017. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС).: утв. ПАО «ФСК ЕЭС»: введ. в действие 25.08.2017.
3. Официальный сайт НТЦ «Механотроника»//URL: <https://www.mtrele.ru/> (дата обращения: 03.03.2026).
4. Официальный сайт АО «ЧЭАЗ»//URL: <https://www.cheaz.ru/?ysclid=mmal3ranyfl75637060> (дата обращения: 03.03.2026).
5. Официальный сайт ООО «Микропроцессорные технологии»//URL: <https://i-mt.net/> (дата обращения: 03.03.2026).
6. Официальный сайт ООО «Радиус Автоматика»//URL: <https://www.rza.ru/> (дата обращения: 03.03.2026).
7. Официальный сайт ООО «Релематика»//URL: <https://relematika.ru/> (дата обращения: 03.03.2026).
8. Официальный сайт НПП «ЭКРА»//URL: <https://ekra.ru/> (дата обращения: 03.03.2026).
9. СТО 56947007-29.120.70.241-2017. Технические требования к микропроцессорным устройствам РЗА.: утв. ПАО «ФСК ЕЭС»: введ. в действие 28.02.2017.