

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЯЧЕЕК 10 КВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Митюхин Глеб Евгеньевич

студент, Сибирский федеральный университет РФ, г. Красноярск

Южанников Александр Юрьевич

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, Сибирский федеральный университет, РФ, г. Красноярск

Релейная защита на электромеханической базе эксплуатируется уже почти полтора столетия. На этой базе работает подавляющее большинство энергетических предприятий России и СНГ. Со временем конструкция электромеханических защит усложнялась, и реле развились до многофункциональных механических комплексов. Затем появились полупроводниковые устройства защиты. Они не имели такой высокой надежности как механические, поэтому не смогли полностью их заменить и на сегодняшний день они эксплуатируются вместе. Около 20 лет назад в энергетике стало массово внедряться новое оборудование для защиты объектов энергоснабжения, использующее компьютерные технологии на базе процессоров. Это оборудование стали называть сокращенным термином МУРЗ – микропроцессорные устройства релейной защиты. Они выполняют функции обыкновенных устройств РЗА на основе новой элементной базы – микроконтроллеров (микропроцессорных элементов). Устройства на микропроцессорной базе имеют свои особенности. Они компактны. Специальное программное обеспечение реализует работу логики этих устройств. А конструктивно их выполняют из одного или нескольких микропроцессоров, выходных реле, измерительных преобразователей и дискретных входов.

Такое вариант исполнения позволил распределить в одном корпусе разные виды защит и связать их на программном уровне, что позволило уменьшить расходы на материалы для их изготовления и установки. Помимо этого, уменьшились габаритные размеры устройства и его энергопотребление. Конструкция цифровых защит позволяет унифицировать эти устройства и выпускать их с однотипным программным обеспечением. Это упрощает их дальнейшую эксплуатацию на объектах электроснабжения с большим количеством микропроцессорных защит с разными функциями. С помощью программного обеспечения можно задавать и изменять существующие уставки и настройки, а также изменять функций защиты без изменения в схемах этих защит. Все сообщения о работе устройства в нормальных и аварийных режимах, а также осциллограммы этих событий записываются при помощи встроенного регистратора аварийных и эксплуатационных событий. Благодаря этому можно производить более точный анализ работы защит и аварийных ситуаций.

В процессе эксплуатации выявлены не только преимущества, но и недостатки таких устройств, а по некоторым показателям до сих пор ведутся споры между производителями и эскалирующими организациями.

Основные недостатки данных устройств — это высокая стоимость и низкая ремонтпригодность. Если при поломке устройств, работающих на полупроводниковой или электромеханической базе, достаточно заменить отдельную неисправную деталь, то для микропроцессорных защит часто нужно заменять отдельный блок (блок аналоговых входов, блок дискретных входов и т.д) стоимость которой может составлять четверть цены за все оборудование.

К тому же для замены потребуется потратить много времени на поиск детали: взаимозаменяемость в таких устройствах полностью отсутствует даже у многих однотипных устройств у одного производителя.

Произведено уже много сравнений микропроцессорных устройств релейной защиты с электромеханическими и статическими реле, но гораздо интереснее сравнить различные микропроцессорные устройства между собой.

В данной работе проведем сравнительный анализ микропроцессорных устройств, используемых для защит ячеек 10 кВ таких производителей как ЭКРА, Мехатроника, РАДИУС-Автоматика и ЧЭАЗ (рис. 1)



а)



б)



в)

г)

Рисунок 1. Микропроцессорные устройства релейной защиты:

а) ЭКРА БЭ2502 б БМРЗ-152, в) Сириус-2, г) БЭМП РУ

В распределительных пунктах напряжением 10 кВ самыми ответственными ячейками являются ячейки «Ввод» и «Секционный выключатель». От правильной работы релейной защиты на данных ячейках зависит электроснабжение всех электроприемников, питающихся от данного распределительного пункта. Основной проблемой релейной защиты на электромеханической базе является ложное срабатывание автоматического ввода резерва (далее – АВР), в виду отсутствия контроля многих сигналов, которые контролируют микропроцессорные устройства релейной защиты, такие как «Контроль положения автомата цепей напряжения в ячейке ТН», «Контроль напряжения на смежной секции» и т.д.

Цепи напряжения 100В, используемые в цепях защит и учета электроэнергии в распределительных пунктах 10 кВ выполняются транзитом через все ячейки, при обрыве или коротком замыкании в данных цепях может произойти отключение вводного выключателя и работе АВР, даже если фидер вводного выключателя остается под напряжением. Поэтому при работе во вторичных цепях в любой из ячеек приходится выводить из работы АВР, а также отключать питание цепей управления выключателем на ячейках «Ввод» во избежание ложного отключения вводного выключателя и работы АВР. В этом случае выключатель не отключится, даже при действии защит, что так же может привести к повреждению оборудования. Даже если АВР является быстродействующим, за время его срабатывания, электроснабжение оборудования, получающего питание от ячеек отходящих линий данной секции, может быть нарушено, что приводит к срыву или остановке сложного технологического процесса, и соответственно убыткам.

Все микропроцессорные устройства, рассматриваемые в работе, идентичны по своему функционалу, каждое из них состоит из набора модульных блоков (блок аналоговых входов, блок дискретных входов, блок дискретных выходов, блок логики, блок питания). Каждое из них работает по функционально-логической схеме, которая защита в устройство. Каждое имеет свою программу для подключения, которое позволяет изменять уставки, тестировать правильную работу устройства, скачивать и просматривать осциллограммы.

В отличие от устройств релейной защиты 110кВ и выше в ячейках 10 кВ не требуется наличие современных интерфейсов и поддержки различных протоколов связи (МЭК 60870-5-101, -103, -104), что в большинстве случаев и отличает устройства различных производителей в техническом плане.

Поэтому сравним данные устройства по функционалу, который предлагает каждый из производителей.

Сравнение функционала микропроцессорных блоков РЗА для каждого присоединения представлены в таблицах 1 и 2

Таблица 1.

Сравнение блоков защиты ячейки «Ввод»

Наименование	ЭКРА БЭ2502А03ХХ	БМРЗ-152-ВВ-01	Сириус-2-В	БЭМП
функции защиты				
Направленная МТЗ	+	+	+	+
Ненаправленная МТЗ	+	+	+	+
Токовая отсечка	+	+	+	+
От перегрузок и МТЗ		+	+	+
Ускорение МТЗ	+	+	+	+
Пуск по напряжению	+	+	+	+
Направленная ЗОЗ	+	+		
Ненаправленная ЗОЗ	+	+	+	
Неселективная по $3U_0$	+			+
Защита от обрыва фаз или несимметрии	+	+	+	+
Защита минимального	+		+	+

напряжения				
------------	--	--	--	--

Продолжение таблицы 1

Наименование	ЭКРА БЭ2502А03ХХ	БМР3-152-ВВ-01	Сириус-2-В	БЭ
функции защиты				
Защита от обрыва фаз или несимметрии	+	+	+	
Защита минимального	+		+	
напряжения				
Логическая защита шин	+	+	+	
Защита от дуговых замыканий (при наличии датчиков ЗДЗ)	+	+	+	
Резервирование при отказе выключателя	+	+	+	
Автоматическое	+	+	+	
повторное включение				
Автоматический	+	+	+	
ввод резерва				
Автоматическое восстановление нормального режима снабжения	+	+	+	
Местное и дистанционное включение и отключение выключателя	+	+	+	
Фиксация команд включения и отключения				
Блокировка многократных включений на КЗ	+		+	
Контроль цепей управления выключателем				
Контроль цепей	+	+	+	
напряжения				
Диагностика ресурса выключателя				

Таблица 2.

Сравнение блоков защиты ячейки «Секционный выключатель»

Наименование функции защиты	ЭКРА БЭ2502А0201	БМР3-152-СВ-01	Сириус-2-С	БЭМ
-----------------------------	------------------	----------------	------------	-----

Направленная МТЗ	+	+	+	+
Ненаправленная МТЗ	+	+	+	+
Токовая отсечка	+	+	+	+
От перегрузок и МТЗ		+	+	+
Ускорение МТЗ	+	+	+	+
Пуск по напряжению	+	+	+	+
Защита от обрыва фаз или несимметрии	+	+	+	+
Логическая защита шин	+	+	+	+

Продолжение таблицы 2

Защита от дуговых замыканий (при наличии датчиков ЗДЗ)	+	+	+	+
Резервирование при отказе выключателя	+	+	+	+
Автоматическое повторное включение		+		+
Автоматический ввод резерва	+	+	+	+
Автоматическое восстановление нормального режима снабжения	+	+	+	+
Местное и дистанционное включение и отключение выключателя	+	+	+	+
Фиксация команд включения и отключения	+	+	+	+
Блокировка многократных включений на КЗ	+		+	+
Контроль цепей управления выключателем	+	+	+	+
Контроль цепей напряжения	+	+	+	+
Диагностика ресурса выключателя	+			+

По результатам сравнительного анализа видно, представленные микропроцессорные устройства обладают одинаково широким функционалом и отличаются совсем незначительно, однозначно выделить нельзя ни одно из устройств.

Выбор производителя микропроцессорных устройств для модернизации ячеек остается за заказчиком оборудования, но важно понимать, что обслуживание микропроцессорных

устройств любого производителя требует соответствующую квалификацию обслуживающего персонала.

В большинстве случаев модернизация релейной защиты на промышленных предприятиях происходит постепенно, в несколько этапов, на каждом из этапов реализуется несколько проектов. Основной проблемой является то, что в рамках реализации различных проектов используется оборудование разных компаний. Для обслуживания оборудования персонал должен освоить программное обеспечение для данного оборудования, которое в свою очередь тоже отличается функционалом, интерфейсом, а также содержит свое собственное средство для просмотра и анализа осциллограмм. Даже на одном распределительном пункте, который содержит 10-30 ячеек 10 кВ может встречаться 4-5 различных производителей устройств микропроцессорной релейной защиты, а крупные промышленные предприятия содержат несколько десятков подобных распределительных пунктов. Данный аспект значительно усложняет обслуживание данных устройств для местного релейного персонала, которому необходимо обучиться обслуживать весь парк устройств релейной защиты. Таким образом, для модернизации ячеек 10 кВ на промышленном предприятии лучшим решением будет выбрать одного из производителей микропроцессорных устройств и использовать его устройства для обновления устройств релейной защиты по всему предприятию

Список литературы:

1. Официальный сайт Компании ЭКРА. – URL: <https://ekra.ru/> (дата обращения: 11.05.2023)
2. Официальный сайт Компании Мехатроника. – URL: <https://mtronics.ru/> (дата обращения: 11.05.2023)
3. Официальный сайт Компании РАДИУС-Автоматика. – URL: <https://www.rza.ru/> (дата обращения: 11.05.2023)
4. Официальный сайт Компании ЧЭАЗ. – URL: <https://www.cheaz.ru/> (дата обращения: 11.05.2023)