

ПРО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНУЮ РЕЛЕЙНУЮ ЗАЩИТУ



В. И. Гуревич, канд. техн. наук

В последнее время в специальной технической литературе все чаще можно встретить утверждения о целесообразности увеличения количества функций в одном модуле микропроцессорного устройства релейной защиты (МУРЗ), вплоть до концентрации всех функций всех защит, имеющих на подстанции, в едином микропроцессорном модуле, называемом авторами [1] «централизованной системой РЗА – ЦРЗА». Апогеты этой идеи считают, что ее реализация позволит сэкономить значительные средства на медных кабелях, которые используются сегодня в большом количестве на традиционных подстанциях с обычными МУРЗ.

Следует сразу отметить, что идея о целесообразности концентрации функций всех защит на подстанции в едином модуле вовсе не принадлежит специалистам МЭИ [1], выдающим ее за собственную. На страницах многих Западных специализированных журналов и на многочисленных конференциях уже давно обсуждаются вопросы создания так называемой «умной подстанции», в которой все ее основные элементы: трансформаторы тока и напряжения, выключатели, разъединители и короткозамыкатели должны быть снабжены цифровым блоком преобразования информации, IP адресом и должны быть объединены посредством центрального компьютера (сервера) через обычную компьютерную сеть Ethernet. В такой подстанции информация о

токе и напряжении должна передаваться через сеть в цифровом виде на сервер, обеспечивающий реализацию всех функций релейной защиты и автоматики (РЗА) и выдающий через сеть команды на соответствующие IP адреса, принадлежащие выключателям или разъединителям. Сегодня раздаются голоса о том, что даже проводная компьютерная сеть уже не нужна, и нужно поскорее переходить на беспроводную связь (WiFi) в релейной защите. Идя навстречу этим тенденциям, ведущие зарубежные производители МУРЗ уже сегодня снабжают свои новые изделия встроенными модемами WiFi.

Параллельно всем этим тенденциям, в последние годы появилась еще одна тенденция: навешивание на микропроцессорную релейную защиту дополнительных функций, не относящихся вообще к функциям релейной защиты, например, мониторинга оборудования. Так, например, в сенсационной статье [2] авторы приписывают релейной защите совершенно новое, просто фантастическое свойство:

«возможность запоминать инфор-

мацию и использовать ее ... для формирования аргументированного заключения... о будущем состоянии контролируемого объекта» В статье отмечается, что традиционная релейная защита, существующая сегодня, никуда не годится, так как она: **«приводит к необходимости выполнения экстренных операций по локализации повреждений, что неизбежно создает нежелательные возмущения для энергосистемы»**. Еще одна сенсация: оказывается, прямое предназначение релейной защиты: защищать от аварийных режимов энергосистему путем **«выполнения экстренных операций»** - это есть **«нежелательное воздействие на энергосистему»**.

Но если **«выполнения экстренных операций»** при возникновении аварийного режима - это нежелательное действие релейной защиты, то каково же тогда, по мнению авторов, желательное действие? Оказывается, речь идет о предлагаемой авторами **«концепции создания средств релейной защиты, обладающих предупреждающими функциями»**. Что означает выражение «предупреждающие функции» применительно к релейной защите? Вариант ответа на этот вопрос только один, а именно, что она, релейная защита, будет срабатывать до наступления аварийного режима для того, чтобы не создавать **«нежелательного воздействия на энергосистему»**. Иными словами, релейная защита в соответствии с философией авторов должна теперь реагировать не на сам аварийный режим, а лишь





на опасность возникновения этого аварийного режима, предсказанного самой релейной защитой!

Приведенное далее объяснение показывает, что авторы, имеют ввиду постоянный мониторинг состояния электрооборудования и автоматическое прогнозирование на этой основе его состояния. Следует отметить, что это действительно весьма перспективное и бурно развивающееся направление. Сегодня на рынке представлено огромное количество всевозможных специализированных микропроцессорных устройств для непрерывного мониторинга параметров электроэнергетического оборудования: сопротивления изоляции, тангенса угла диэлектрических потерь, частичных разрядов в изоляции, количества растворенных газов в трансформаторном масле, тока утечки высоковольтных оксидноцинковых разрядников и т.д., и т.п. Все это хорошо известные и весьма перспективные приборы и устройства, пользующиеся большим интересом и вниманием энергетиков. Но какое отношение все это имеет к релейной защите? Ведь назначением релейной защиты является именно защита от аварийных режимов, а в вовсе не мониторинг количества серы, растворенной в трансформаторном масле! Даже если представить себе чисто фантастическую картину при которой, кому-то пришла в голову странная мысль «скрестить коня и трепетную лань» (то есть придать реле защиты функции мониторинга состояния электрооборудования), то даже и в этом, чисто гипотетическом случае, остается совершенно не понятным, каким образом должен измениться алгоритм работы релейной защиты, то есть ее реакция на событие, если, например, ток утечки разрядника на линии 330 кВ стал увеличиваться и приближаться к критическому значению. Что в этом случае должна делать релейная защита? По мнению авторов публикации, релейная защита должна теперь реа-

гировать не на сам аварийный режим, а лишь на опасность возникновения этого аварийного режима, предсказанного электронным оракулом, то есть, вместо тревожного сигнала, выдаваемого сегодня системой мониторинга, релейная защита должна просто взять и отключить ЛЭП или, что еще хуже, трансформатор, от которого питается несколько ЛЭП? Это авторы и называют «упреждающим действием релейной защиты». Трудно согласиться с такой концепцией, поскольку сегодня такое «упреждающее» действие релейной защиты называется НЕПРАВИЛЬНЫМ ДЕЙСТВИЕМ релейной защиты.

В действительности, между системами мониторинга электрооборудования и релейной защитой имеется одна очень существенная разница: системы мониторинга не отключают электрооборудование, а лишь выдают обслуживающему персоналу информацию о возникновении потенциальной проблемы. В большинстве случаев лишь человек может оценить целесообразность отключения электрооборудования с учетом важности контролируемого параметра, степени развития нежелательной тенденции и скорости ее развития, выбрать наиболее удобный момент для выведения из эксплуатации этого электрооборудования. Попытка авторов [2,3] придать релейной защите несвойственные ей функции мониторинга электрооборудования ни к чему хорошему не приведет, так как неоправданное отключение важного электрооборудования в совершенно неподходящее с точки зрения технологического процесса время, когда такое мгновенное отключение вовсе не является обязательным, может привести лишь к значительному экономическому ущербу. Поэтому не только актуальность создания релейной защиты «упреждающего действия» но и само понятие «релейной защиты упреждающего действия» являются весьма сомнительными.

В этой связи, обозначенный в статье вопрос о многофункциональности РЗ делится на два отдельных вопроса:

- Какие функции вообще относятся к релейной защите, а какие нет?
- Должно ли быть ограничение на количество релейных функций в одном модуле РЗ?

Для ответа на первый вопрос нужно сначала сформулировать само понятие «реле защиты» и только после этого можно будет говорить о том, относятся ли те или иные функции к релейной защите. Без определения понятия «реле защиты» невозможно определить относительно та или иная функция к реле защиты, или нет, поскольку сегодня не понятно, что же такое «реле защиты». Если принять определение релейной защиты, предложенное автором в [4]:

Реле защиты - устройство, предназначенное для выявления аварийного режима работы защищаемого объекта и выдачи команды на исполнительный элемент, обеспечивающий прекращение этого режима.

то становится понятным, что такие функции, как диагностика электрооборудования, совмещенная с прогнозирование его отказов и так называемым «упреждающим» отключением электрооборудования, предлагаемое в [2, 3] к РЗ не относится, а предложение использования их в качестве новых функций релейной защиты, является неправомерным.

Можно, конечно, возразить, что из приведенного определения реле защиты следует, что даже такая повсеместно распространенная в микропроцессорной защите и чрезвычайно полезная функция, как регистрация событий и запись аварийных режимов не будет являться неотъемлемой функцией реле защиты. Да, это действительно так потому, что известно много видов релейной защиты, таких, например, как защиты электромеханического типа или некоторые защиты, выполненные на базе промышленных микроконтроллеров, которые не имеют этой функции, хотя и являются полноценной релейной защитой. Однако, следует учитывать, что упомянутая функция является всего лишь сервисной (служебной) внутренней функцией некоторых видов реле защиты (например, МУРЗ) обслуживающей существующие релейные функции и не способной влиять на алгоритм действий защиты. Запись и регистрация аварийных режимов не является независимой функцией, способной самостоятельно действовать на отключение электрооборудования параллельно и независимо от существующих функций и поэтому она не влияет на способность реле выполнять свои прямые функции, то есть правильно и надежно защищать оборудование от аварийных режимов. Мы же обсуждаем влияние новых, независимых дополнительных функций, способных влиять на алгоритм действия реле защиты.

К сожалению, имеется достаточно большая вероятность дальнейшего развития этой тенденции, в которой заинтересованы многие научные коллективы, получающие бюджетное финансирование на развитие РЗ или стремящиеся опередить конкурентов любой ценой.

Если к этим функциям мониторинга электрооборудования добавить все традиционные функции РЗ подстанции, то можно вполне представить о какой огромной концентрации функций в одном модуле идет речь. Такая концентрация имеет только один плюс: снижение стоимости РЗ. Основным ее недостатком является снижение надежности РЗ, которое происходит сразу по нескольким направлениям, если можно так выразиться:

- конструктивное усложнение (дополнительные входы для специальных датчиков, осуществляющих диагностику определенных параметров электрооборудования и электронных средств для обработки информации, поступающей с этих датчиков) и программное усложнение собственно реле защиты, что автоматически (по теории надежности) ведет к снижению надежности защиты подстанции;
- чрезмерное усложнение программного интерфейса, что ведет к увеличению веса «человеческого фактора» в общем количестве неправильных действий РЗ, который уже сегодня имеет очень большой вес;
- усложнение периодических проверок исправности РЗ и увеличение времени, затрачиваемого на такие проверки. Во многих случаях при проверке одной функции РЗ приходится блокировать другие «мешающие» функции на время проверки, а затем возвращать их. Иногда вместо блокирования применяют изменение параметров мешающих функций на время проверки. С увеличением количества функций в одном реле резко увеличивается и вероятность ошибок персонала в результате таких проверок.
- увеличение вероятности отказа сразу всей подстанции целиком, так сказать, при отказе в реле центральной защиты даже какого-то единичного электронного компонента (транзистора, конденсатора) в таких узлах, как: источник питания, модуль выходных реле, элемент памяти, микропроцессор и др.
- резкое усложнение анализа действий релейной защиты при разборе аварийных ситуаций;
- рост вероятности неправильных действий РЗ в результате непредсказуемости ее реакции при наложения событий во время сложных аварий и во время сложных переходных процессов;
- резкий рост уязвимости РЗ к кибератакам [5] и к преднамеренным деструктивным электромагнитным воздействиям [6,7].

Что касается предложенного авторами [1] использования двух одинаковых комплектов ЦРЗА для резервирования действий РЗ то это предложение не выдерживает критики по той простой причине, что отказами РЗ являются как излишние срабатывания, так и несрабатывания. Если использовать основной и резервный блоки ЦРЗА, то как соединить между собой их выходные контакты: последовательно или параллельно? При любом соединении будет иметь место увеличение надежности по одному из видов отказа и такое же снижение надежности по другому виду. Поэтому речь должна идти не о простом резервировании, а о мажорировании, по принципу два из трех, например. То есть использовать не два, а три одинаковых комплекта ЦРЗА.

Даже если предположить снижение стоимости оборудования РЗ при концентрации всех функций в одном модуле, то все равно придется признать наличия двух встречно направленных тенденций:

- снижение затрат на РЗ при увеличении количества функций в одном реле;
 - увеличение затрат за счет снижения надежности РЗ и увеличения ущерба от ее неправильных действий (по разным причинам, перечисленным выше) при увеличении количества функций в одном реле
- То есть, имеет место типичная оптимизационная задача: определение оптимального количества функций реле защиты по критерию минимума затрат. Задача эта непростая ввиду отсутствия достоверных статистических данных о влиянии количества функций на надежность РЗ, но, все же, решаемая, хотя бы на основе использования специальных математических моделей и известных приемов теории надежности. Для упрощения решения задачи и повышения достоверности результатов целесообразно строить такие модели и решать оп-

тимизационную задачу отдельно для каждого вида защит, например, отдельно для защит генератора, трансформатора, линии и т.д.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что такой серьезный вопрос как увеличение количества функций в одном модуле микропроцессорной защиты требует значительно более осторожного подхода, проведения глубоких исследований и непростых расчетов, а не вбрасывания с кондачка общих идей, способных еще более запутать и без того сложную ситуацию с выбором тенденций развития РЗ и привести к катастрофическим последствиям в будущем.

Литература

1. Волошин А.А., Арцишевский Я.Л., Максимов Б.К. Вопросы создания централизованных систем РЗА подстанций. – Релейщик, 2012, № 2, с. 32-36.
2. Нудельман Г.С., Булычев А.В. Совершенствование за счет упреждающих функций. — «Новости электротехники», № 4 (58), 2009 г.
3. Булычев А.В. Защита упреждающего действия для электродвигателей. — «Новости электротехники», № 5, 2011 г.
4. Гуревич В. И. «Реле защиты» и «релейная защита»: проблемы терминологии. - «Вести в электроэнергетике», 2012, № 4, с. 23 - 33.
5. Гуревич В. И. Кибероружие против энергетики. - «PRO Электричество», 2011, №1, с. 26-29.
6. Гуревич В. И. Проблема электромагнитных воздействий на микропроцессорные устройства релейной защиты. - «Компоненты и технологии», 2010, № 2, с. 60-64; № 3, с. 91-96; № 4, с. 46-51.



ВСЕ, ЧТО ВЫ ХОТЕЛИ ЗНАТЬ ОБ ИСТОЧНИКАХ ПИТАНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ



В новой книге Владимира Гуревича подробно описаны устройства и системы электропитания релейной защиты: от встроенных источников питания микропроцессорных реле защиты, зарядно-подзарядных агрегатов, аккумуляторных батарей, источников бесперебойного питания, до

особенностей систем резервирования оперативного постоянного тока подстанций и электростанций. Рассматриваются также и конкретные проблемы устройств и систем электропитания РЗ, встречающиеся на прак-

тике, но малоизвестные и не описанные в технической литературе. Описание технических проблем сопровождается предложениями по их решению. Попутно автор попытался решить проблему недостаточного уровня знаний в области электроники у персонала, обслуживающего системы электропитания РЗ путем описания в первой главе книги основ электроники и самой распространенной элементной базы: транзисторов, тиристоров, оптронов, логических элементов, реле.

Книга рассчитана на инженеров и техников, занимающихся эксплуатацией систем оперативного тока и собственных нужд подстанций и электростанций, систем релейной защиты, а также может быть полезна преподавателям и студентам соответствующих дисциплин средних и высших учебных заведений.

Заказать книгу можно в издательстве Инфра-Инженерия:
<http://www.infra-e.ru/>