

## Критерии оценки релейной защиты: следует ли усложнять ситуацию?

**В. И. Гуревич, начальник сектора Центральной лаборатории  
Электрической компании Израиля, канд. техн. наук**

Современная релейная защита в странах бывшего СССР переживает сложный период, связанный с переходом на принципиально новую элементную базу: микропроцессорные устройства релейной защиты (МУРЗ). Этот переход обусловлен появлением массы новых проблем, не известных ранее релейщикам, связан с необходимостью больших инвестиций на приобретение дорогостоящего оборудования, компьютеров, специального испытательного оборудования, обучение специалистов, реконструкцию подстанций, и т.д. Поскольку сегодня уже сложился довольно обширный рынок МУРЗ, то возникает и дополнительная проблема правильного выбора того или иного типа МУРЗ. В этой связи, знание основных требований, предъявляемых к современным устройствам релейной защиты, является актуальной задачей. Не случайно, на прошедшей не так давно под эгидой СИГРЭ Первой Международной конференции «Релейная защита и автоматика современных энергосистем» группой ведущих специалистов, представляющих российскую энергетику, был представлен доклад на эту тему [1]. Поскольку релейная защита во всех бывших республиках СССР развивались по одному и тому же сценарию, была оснащена однотипным оборудованием, и сегодня везде находится в стадии переоснащения, тема доклада представляет большой интерес для электроэнергетики всех стран, входивших когда-то в СССР.

Заказывая этот весьма серьезный (судя по названию и авторскому составу) документ, мы предполагали, что наконец-то, получим серьезную работу, которой можно будет руководствоваться в сложном процессе реконструкции релейной защиты. Увы, реальная ценность этого доклада оказалась весьма сомнительной. Судите сами.

Начинается он с весьма занятого утверждения о том, что релейная защита предназначена «осуществлять быструю и селективную автоматическую ликвидацию повреждений ... в электрической части энергосистемы». Да, это ведь сенсация! До сих пор релейная защита была предназначена лишь для выявления повреждений, их отключения и сигнализации [2], но никак не «ликвидации повреждений»! Теперь, оказывается, релейная защита может еще и «ликвидировать», например, короткое замыкание в трансформаторе, пробой кабеля и другие не очень

приятные вещи. По-видимому, авторам известно что-то такое, что еще не известно мировому электроэнергетическому сообществу.

Дальше, еще интереснее. По мнению авторов: «*произошедший за последние годы скачок в развитии средств РЗА определяет необходимость ориентации на широкое внедрение на объектах ЕНЭС систем РЗА на базе интеллектуальных микропроцессорных (МП) устройств. Новые качества и возможности МП устройств, в свою очередь, определяют необходимость внесения корректировок в идеологию построения систем РЗА и соответственно в практику эксплуатации этих систем*».

Интересная картина вырисовывается. Окажется, необходимость перехода на микропроцессорную защиту, сопровождающегося большим количеством финансовых и технических проблем, обусловлена вовсе не недостатками электромеханических или статических реле, вовсе не потребностями электроэнергетики, а «скачком в развитии средств РЗА»! А что если этот «скачок» был не в ту сторону? Разве в технике не известны такие примеры?

Далее, перечисляются требования к релейной защите, но при этом отмечается, что в данном докладе рассматривается только одно из них, а именно «определение технического уровня системы РЗА, удовлетворяющего требованиям ЕНЭС». Еще один сюрприз! Оказывается, название доклада никак не соответствует его содержанию! Ну, действительно, какая связь между «основными требованиями к устройствам релейной защиты» (название доклада) и «определением технического уровня систем РЗА» (тема доклада)?! Кроме того, не понятно, почему авторы под релейной защитой понимают лишь микропроцессорную защиту, составляющую сегодня всего лишь несколько процентов от общего количества устройств релейной защиты в энергосистемах России и стран бывшего СССР.

В докладе подробно рассматриваются такие понятия, как:

- 1) технический уровень;
- 2) техническое совершенство;
- 3) технологический уровень;
- 4) функциональность.

По мнению авторов «технический уровень» включает в себя все остальные понятия. А «техни-

ческое совершенство» — это селективность, чувствительность, быстродействие защиты.

Во-первых, не понятно, зачем авторам потребовалось вводить в текст доклада такие понятия как «технический уровень», «техническое совершенство», «технологический уровень», если в конце концов все сводится к понятиям, известным со времени зарождения релейной защиты: селективности, чувствительности, быстродействию и надежности. Кому нужно это «научообразие» и зачем авторы заняли весьма значительную часть доклада рассмотрением терминологии, давно всем известной?

Во-вторых, у термина «технический уровень» есть вполне определенное толкование, оговоренное стандартом [3]. В соответствии с этим определением «технический уровень — относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции, с соответствующими базовыми значениями». Отсюда следует, что «техническое совершенство» — это вовсе не один из рядовых показателей «технического уровня», наряду с «технологическим уровнем» и «функциональностью», а включает в себя эти два последних показателя.

В-третьих, авторы слишком вольно обращаются со сложнейшими понятиями и допускают их слишком вольную трактовку. Например, вводимое авторами определение «технологического уровня», как показателя, определяющего «исполнение устройством встроенных в него алгоритмов защиты и автоматики» просто не выдерживает никакой критики и не стыкуется с существующими определениями понятия «технология» и «технологический уровень», относящихся к характеристике процессов производства изделий. А вот, например, как трактуется [4] понятие «техническое совершенство»:

*«Уровень технического совершенства — это относительная характеристика, отражающая сравнительную степень технического совершенства рассматриваемой системы по отношению к базовой (аналогу или совокупности аналогов). Показателем уровня технического совершенства, в этом случае, является численное выражение, показывающее соотношение технического совершенства сравниваемых образцов. Показатель уровня технического совершенства определяется отношением показателя технического совершенства рассматриваемой системы к аналогичному показателю технического совершенства базовой системы.*

*Сравнительный анализ уровня технического совершенства должен опираться на обобщенные и частные показатели технического совершенства.*

*Обобщенные показатели технического совершенства, призваны количественно отразить техническое совершенство системы в целом, или какой-либо ее подсистемы.*

*Обобщенный показатель технического совершенства связан сложными зависимостями с системой частных показателей. Частный показатель технического уровня — это показатель, связанный с каким-либо свойством системы, ее составной части, или подсистемы. Частные показатели дают возможность определить целесообразные пути совершенствования системы. При оценке технического совершенства, как правило, все компоненты системы условно разделяют на ряд иерархических уровней (подсистем) в соответствии с этапностью рассмотрения уровней технического совершенства. В этом случае, основной характеристикой подсистем на нижестоящих уровнях иерархии и элементов выступает эффект, а на уровне системы в целом — основной характеристикой выступает эффективность».*

Возвращаясь к уже высказанному ранее недоумению, спросим еще раз: зачем все эти сложные определения понабилося авторам, при наличии давно известных показателей релейной защиты, таких, как: селективность, чувствительность, быстродействие и надежность? Чем их не устраивают эти хорошо известные показатели технического уровня релейной защиты и почему для микропроцессорной защиты потребовалось изобретать какие-то новые показатели, которые в конце-концов все равно сводятся к тем же самым хорошо известным показателям?

Рассматривая вопросы надежности релейной защиты авторы отмечают, как современную тенденцию, снижение устойчивости энергосистем и возрастание их чувствительности к различным нарушениям режима. Однако, аналогичная тенденция, т. е. возрастание чувствительности к различного рода электромагнитным возмущениям в сети, возникающим при аварийных режимах, при протекании токов молнии в заземляющих конструкциях, и даже при нормальных коммутационных процессах в сети, имеет место и в релейной защите при переходе от электромеханических к микропроцессорным устройствам защиты [5]. Получается, что переход на МП релейную защиту (а лишь такой вид защиты авторы рассматривают в своем докладе) лишь усугубляет ситуацию в сетях.

Выдвинутый авторами тезис о том, что «требования по быстродействию, чувствительности и селективности схем защиты и устройств МП РЗА должны определяться во взаимосвязи» вызывает недоумение. Например, если для уменьшения очень большого тока короткого замыкания отключаемого

головным выключателем используется быстродействующая делительная автоматика со специальным реле, способным выдать сигнал на другие выключатели для разделения сети за время 7–10 мс [6, 7], то при чем здесь «взаимосвязь с чувствительностью и селективностью»?

Далее, авторы пишут: «Поиск путей достижения предельного быстродействия, максимальной чувствительности и абсолютной селективности ... должен осуществляться с обязательным учетом тенденций развития энергосистем...». Это значит, что конструктор микропроцессорных систем, перед которым поставлена задача найти пути увеличения быстродействия МП защиты с 30 до 20 мс должен начать изучать «тенденции развития энергосистем»? Чрезвычайно полезная и весьма продуктивная мысль!

Авторы анализируют зарубежные данные о показателях надежности МП защит и приходят к выводу, что для современных энергосистем, характеризующихся снижением устойчивости (см. выше), надежность МП защит недостаточна и поэтому нужно использовать две МП защиты, работающие параллельно или последовательно, дублировать отдельные модули (блоки питания, АЦП и др.) и целые системы. После чтения таких откровений напрашивается совершенно естественный вопрос: «а зачем попу гармонь»? Зачем нужно переходить на чрезвычайно дорогие и, как выясняется, не достаточно надежные МП РЗА? Чтобы потом заботиться об их дублировании, путем удвоения и без того не малых затрат?

Утверждение авторов о том, что за счет самоконтроля и самодиагностики МП РЗА можно снизить затраты на обслуживание РЗА распространяется, в действительности, на весьма ограниченную область затрат: на затраты, связанные с периодическими проверками реле защиты. Однако, встроенная самодиагностика микропроцессорных устройств релейной защиты НИКАК НЕ ВЛИЯЕТ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТКАЗОВ внутренних элементов и систем. Она лишь сообщает о возникновении таких повреждений и блокирует РЗ, предотвращая ее неправильные действия в аварийном режиме (если до этого МП РЗА еще не успела ложно сработать). Что же делать с поврежденным многофункциональным устройством защиты, заблокированным системой самодиагностики? Нужно срочно определить вышедший из строя модуль, найти его на складе, получить, приехать на подстанцию и заменить. Все это время основная многофункциональная защита электроэнергетического объекта находится в заблокированном состоянии. Значит, на это время должна быть введена в работу резервная защита.

Какая? При весьма значительной стоимости МП РЗА весьма сомнительно, что в реальных условиях у энергосистем будут средства на приобретение и монтаж второго (резервного) комплекта МП РЗА. Значит, это будет, скорее всего, комплект электро-механических защит. А это значит, кто-то должен периодически проверять исправность этого резервного комплекта. Кстати, катушки старых электро-механических реле, которые постоянно не подогреваются током, имеют тенденцию накопления влаги и значительного ухудшения электроизоляционных характеристик, а контакты таких старых реле, не производящие коммутацию — тенденцию окисления. А что делать с неисправными электронными модулями МП РЗА, стоимость каждого из которых составляет одну пятую — одну шестую стоимости всего МП-устройства? Выбросить и купить новый? Или попытаться отремонтировать (обратите внимание: всего лишь попытаться, так как современная технология поверхностного монтажа на многослойных печатных платах далеко не всегда позволяет осуществить ремонт таких модулей)? Но для этого необходимо содержать лабораторию, оснащенную специальным оборудованием и специальными весьма дорогими инструментами и укомплектованную высококвалифицированными специалистами в области микроэлектроники.

Кроме того, следует учесть, что МП РЗА все же должны иногда проверяться. А для такой проверки уже не достаточно ЛАТРа и электромеханического таймера, а нужен компьютер и специальное дорогое тестовое оборудование (вроде РЕТОМ-51). К тому же, для такой проверки нужна совсем иная квалификация персонала. Добавьте к этому проблемы, возникающие с необходимостью обновления программного обеспечения, с резким увеличением влияния «человеческого фактора» и необходимостью тщательной проверки алгоритмов работы и правильности сотен уставок в многофункциональном МП-реле. Так о каком «снижении затрат на обслуживание РЗА» может вообще идти речь? В действительности, массовый переход на МП РЗА связан со значительным увеличением затрат на обслуживание РЗ. Возможно, при наличии всего лишь нескольких процентов таких защит в энергосистемах, это еще не так заметно, но эти затраты начнут возрастать очень быстро по мере увеличения доли МП в общем парке устройств РЗА.

Авторы доклада отмечают, что «многофункциональная структура МП РЗА является их существенным преимуществом. Однако, в случае ее неправильного использования, она может вызвать много проблем». А что значит не правильно использовать? Кажется, гвозди ими еще никто не пытался заби-

вать! И далее: «проблемы возникнут и в случае, когда предлагаемые решения недостаточно выверены». Решения чего? Конструктивные решения внутренних электронных узлов МП РЗА? Или внешних присоединений? Или организационные решения в релейной защите? А может быть решения в области алгоритма работы? А кто должен «выверять предлагаемые решения»? Производитель? Потребитель?

Авторы безапелляционно заявляют о том, что повсеместный переход на новый стандарт МЭК 61850 позволит решить проблемы недостаточной помехоустойчивости МП-защит и решить многие другие проблемы, хотя в действительности, это вовсе не так однозначно и на этот счет существуют прямо противоположные мнения [8].

Подводя итоги нашему обсуждению, можно с глубоким сожалением констатировать, что вместо серьезного обсуждения серьезных проблем МП РЗА [6] на таком серьезном форуме, как Международная конференция под эгидой СИГРЭ специалисты-релейщики получили еще один малозначащий опус с общими рассуждениями и нечеткими (а порой и просто ошибочными) формулировками, не способствующими решению ни одной из существующих проблем, а лишь затуманивающими и без того сложную ситуацию, связанную с переходом на МП защиты.

1. Нудельман Г.С., Линт М. Г., Фещенко В.А., Жуков А. . Основные требования к устройствам релейной защиты и управления, предназначенным к применению в современных энергосистемах России. — Первая Международная конференция «Релейная защита и автоматика современных энергосистем», Чебоксары, 9 — 13 сентября 2007 г.

2. **IEC 60050:** International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 448: Power system protection (section 11 – 1).

3. **ГОСТ 15467-79.** Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.

4. **Военно-экономический анализ/** Под ред. С.Ф. Викулова. — М.: Военное издательство, 2001.

5. Проблемы микропроцессорных устройств релейной защиты // <http://digital-relay-problems.tripod.com/>

6. **Zisman L., Gurevich V.** Fast Over Current Microprocessor Protective Relay: Theory and Practice. — International scientific-technical conference «Electricity 20», SEEI, Israel, Eilat, 2007.

7. **Гуревич В.** Опыт создания простого быстродействующего реле тока // Промышленная энергетика, 2007. № 4. С. 25 – 28.

8. **Сушко В.** Интеллект на защите энергосистем. Материалы международного съезда релейщиков // Новости электротехники, 2007. № 5 (47) и 2008. № 6(48).

## В филиале ОГК-3 Черепетская ГРЭС сдана в эксплуатацию Автоматическая система регулирования энергоблока 300 МВт

Компанией Р.В.С. сдана в эксплуатацию автоматическая система регулирования (АСР) энергоблока №7 Черепетской ГРЭС имени Д.Г. Жимерина. Система регулирования энергоблоком 300 МВт выполнена в соответствии с требованиями стандарта СО 153-34.20.501-2003 и Приказа № 524 РАО «ЕЭС России». Согласно заключению Фирмы ОРГРЭС, по результатам контрольных испытаний, энергоблок готов к участию в общем первичном регулировании частоты в соответствии с требованиями ПТЭ. Техническая особенность внедренной системы — способность обеспечить требуемые стандартом параметры регулирования на котлоагрегате прямоточного типа, работающем на угольном топливе без модернизации системы регулирования паровой турбины.

Реализация проекта проходила в полном соответствии с методологической базой первичного и вторичного регулирования частоты ЕЭС России и затронула все технологические узлы энергоблока: от подачи топлива, воды и воздуха до схемы выдачи мощности. Техническая база включает в себя контроллеры МФК3000 производства ТЕКОН. Контроллеры широко применяются в системах АСР энергоблоков и являются основой надежной системы регулирования. В качестве полевого оборудования была использована продукция ведущих производителей Метран, АБС ЗЭиМ Автоматизация, НПО Флейм.