

«Реле защиты» и «релейная защита»: проблемы терминологии

В. И. Гуревич, канд. техн. наук

В последнее время в релейной защите (РЗ) возникло множество новомодных тенденций [1, 2], связанных с возможностями, которые открылись с появлением мощных микропроцессоров, и переходом РЗ на микропроцессорную технику. В технической литературе и в докладах на научных конференциях по релейной защите обсуждаются вопросы использования недетерминированной логики в РЗ, релейной защиты упреждающего действия, систем мониторинга электрооборудования, встроенных в микропроцессорные реле защиты и т.д. При этом, рассуждения апологетов этих новомодных тенденций сводятся к тому, что если производительность микропроцессоров современных устройств РЗ возрастает, что позволяет загружать их дополнительными функциями, то эти функции необходимо реализовывать. Более того, из этой необходимости вытекает якобы и неизбежность дальнейшего развития микропроцессорной РЗ в направлении ее все большего функционального усложнения. Однако, даже с чисто философской точки зрения такие рассуждения в корне ошибочны. В соответствии с [3] «необходимость» может быть понята по крайней мере двояко:

а) положение вещей необходимо, когда его невозможно избежать;

б) положение вещей необходимо, когда его невозможно заменить другим положением вещей, поставив на его место другое положение вещей.

Совершенно очевидно, что в рассматриваемом случае никакой «необходимости» в таких тенденциях развития РЗ на самом деле не существует. А восприятие неизбежности как природной необходимости (детерминированности) является «следствием неправильного понимания пространства

бифуркации как пространства случайных фактов, тогда как на самом деле это пространство виртуальных событий» [3].

Применительно к ситуации с релейной защитой речь идет не о каких-то чисто философских или теоретических рассуждениях, а о вполне конкретных разработках специалистов, финансируемых из госбюджета или различных фондов развития науки. Проблемы совершенствования релейной защиты всегда являлись важными и актуальными. Однако, отсутствие в настоящее время четкого, безупречного с технической стороны и логически выверенного определения понятия «реле защиты» приводит к возникновению опасных и непредсказуемых тенденций в ее развитии.

Так, например, в [4] релейной защите приписывается такое свойство, как *«возможность запоминать информацию 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»*. Далее отмечается, что 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 **«концепции создания средств релейной защиты, обладающих упреждающими функциями»**. Что означает выражение «упреждающие 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 [4] 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 имеется 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, вызывающие большой интерес энергетиков. Но какое отношение все это имеет к релейной защите? Ведь назначением релейной защиты является именно защита от аварийных режимов, а вовсе не мониторинг количества серы, растворенной в трансформаторном масле!

Даже если представить себе картину, при которой удалось бы «скрестить коня и трепетную лань» (т. е. придать реле защиты функции мониторинга состояния электрооборудования), то даже и в этом, чисто гипотетическом случае, остается совершенно непонятным, каким образом должен измениться алгоритм работы релейной защиты (т. е. 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 «упреждающего действия»? В соответствии с [4], релейная защита должна теперь реагировать не на сам аварийный режим, а лишь на опасность возникновения этого аварийного режима, предсказанного электронным оракулом, т. е., вместо тревожного сигнала, выдаваемого сегодня системой мониторинга, релейная защита должна просто взять и отключить ЛЭП 330 кВ или, что еще хуже, трансформатор, от которого питается несколько ЛЭП? Трудно согласиться с такой

концепцией, поскольку сегодня такое «упреждающее» действие релейной защиты называется **неправильным действием** релейной защиты.

В статье [5] рассматривается та же самая идея релейной защиты «упреждающего действия», но теперь применительно к электродвигателям и предлагается новый критерий обнаружения механических дефектов в электроприводах, основанный на выявлении дополнительных частот в токе питания двигателей с последующим упреждающим отключением электродвигателя «поврежденного» привода. При этом, в статье содержится целый ряд спорных утверждений. Остановимся лишь на одном из них, связанном с темой данного рассмотрения.

Используемый в статье [5] термин «защита упреждающего действия», противоречит определению «защита», приведенному самим же автором в статье: **«В идеале система релейной защиты должна обеспечивать мгновенное отделение поврежденного элемента от исправной части электроэнергетической системы»**, то есть назначением релейной защиты, по определению самого автора, является отделение именно **поврежденного элемента**, а не элемента, который может быть поврежден когда-нибудь в будущем. И это правильно, поскольку выявление тенденций изменения параметров электрооборудования и их анализ до сих пор не являлся задачей релейной защиты. Как уже было отмечено выше, это прерогатива систем мониторинга электрооборудования. Между этими системами 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 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.

Как можно видеть из рассмотренных выше примеров, манипуляции с терминологией не так безобидны, как может показаться, и ведут к появлению опасных тенденций в релейной защите [1, 2]. В целях предотвращения искусственных манипуляций с терминами и необоснованных тенденций в развитии релейной защиты, как следствия этих манипуляций, необходимо уточнить определение базовых понятий «реле защиты» и «релейная защита».

Если попросить десяток специалистов-релейщиков сформулировать эти понятия, то получим десять разных ответов. Почему? Да потому, что сегодня просто не существует достаточно четких и безупречных с технической точки зрения определений этим понятиям.

Обратимся к технической литературе, при этом сразу же отметим, что так называемые «реле защиты прямого действия», контакты которого напрямую включены в защищаемую цепь, мы рассматривать не будем. По нашему мнению, эти устройства следует классифицировать, не как реле защиты, а как разновидность автоматических выключателей, так как они находятся гораздо ближе к автоматическим выключателям, чем к реле защиты и по конструкции, и по принципу действия, и по назначению [6].

Рассмотрим вначале монографии классиков релейной защиты и современных авторов (табл. 1).

Таблица 1. Определения термина «релейная защита» классиков релейной защиты и современных авторов

[1.1]	Костров М. Ф. Соловьев И. И. Федосеев А. М. Основы техники релейной защиты/Под общ. ред. А. М. Федосеева. М.-Л. ОГИЗ Госэнергоиздат, 1944. 436 с.	Основное назначение релейной защиты сводится к автоматическому отсоединению поврежденного элемента от остальной неповрежденной части системы с помощью выключателей.
[1.2]	Гельфанд Я. С. Релейная защита распределительных систем: Учеб. для вузов — М.: Энергоатомиздат, 1987, 368 с.	Основным назначением релейной защиты является автоматическое отключение поврежденного элемента (как правило, при КЗ) от остальной, неповрежденной части системы при помощи выключателей.
[1.3]	Федосеев А. М., Федосеев М. А. Релейная защита электроэнергетических систем: Учеб. для вузов — М.: Энергоатомиздат, 1992. 528 с.	Дополнительным назначением релейной защиты является необходимость ее реагирования на опасные ненормальные режимы работы элементов системы. В зависимости от их вида и условий эксплуатации установки (например, наличия или отсутствия постоянного дежурного персонала) защита действует на сигнал или отключение выключателей тех элементов, оставлять которые на некоторое время в работе нежелательно или даже недопустимо, так как это может привести к возникновению повреждения или аварии.
[1.4]	Андреев В. А., Фабрикант В. Л. Релейная защита распределительных электрических сетей. М.: Высшая школа, 1965. 484 с.	
[1.5]	М. А. Беркович и др. Основы техники релейной защиты/М.: Энергоатомиздат, 1984. 376 с.	Для определения места повреждения и подачи сигнала на отключение соответствующих выключателей устанавливается специальная автоматическая аппаратура. Это и есть релейная защита, действующая на отключение.
[1.6]	Гловацкий В. Г., Пономарев И. В. Современные средства релейной защиты и автоматики электросетей. М.: Энергомашвин, 2004.	Основным назначением релейной защиты является выявление места возникновения повреждения и быстрое автоматическое отключение с помощью выключателей поврежденного оборудования или участка сети от остальной неповрежденной части.
[1.7]	Кафедра «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» (РЗА) Казанского энергетического ин-та http://relay-protection.ru/content/view/65/8/	Дополнительным назначением релейной защиты является выявление нарушений нормальных режимов работы оборудования и подача предупредительных сигналов обслуживающему персоналу или отключение оборудования с выдержкой времени.
[1.8]	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Курс лекций. Ч. 1. Релейная защита электрических систем/Сост.: Ю. А. Ершов, А. В. Малеев, О. П. Халезина. Красноярск: СФУ, 2007. 178 с.	
[1.9]	Копьев В. Н. Релейная защита: принципы выполнения и применения: Учеб. пособие. — Томск: Изд. ЭЛТИ ТПУб, 2006. 143 с.	

[1.10]	Интернет-сайты: http://esis-kgeu.ru/relprot/452-relprot	
[1.11]	http://rzdoro.narod.ru/kir_2_1.htm	
[1.12]	Чернобровов Н.В. Релейная защита. Учеб. пособие. М.: Энергия, 1974, 680 с.	При возникновении повреждений защита выявляет и отключает от системы поврежденный участок , воздействуя на специальные силовые выключатели, предназначенные для размыкания токов повреждения. При возникновении ненормальных режимов защита выявляет их и в зависимости от характера нарушения производит операции, необходимые для восстановления нормального режима , или подает сигнал дежурному персоналу.
[1.13]	Titarenko M., Noskov-Dukelsky I. Protective Relaying in Electric Power Systems. — Foreign Languages Publishing House, Moscow, 368 p.	The name protective relaying applies to arrangement of devices set up in schemes capable of response to the appearance of fault or disturbance in normal operating conditions in any section of the electric system and of automatically acting on disconnecting apparatus or an alarm device.
[1.14]	Davies T. Protection of Industrial Power Systems. Newnes, Oxford, 1996. 231 p.	The function of a protection scheme is to ensure the maximum continuity of supply. This is done by determining the location of a fault and disconnecting the minimum amount of equipment necessary to clear it.
[1.15]	Blackburn J.L., Domin T.J. Protective Relaying. Principles and Applications. CRC Press, Boca Raton, 2007, 633 p.	The fundamental objective of system protection is to provide isolation of a problem area in the power system quickly, such that as much as possible of the rest of power system is left to continue service.

В публикациях [1.1 – 1.4, 1.15] основным назначением релейной защиты предлагается считать автоматическое отсоединение (отключение) поврежденного элемента от остальной неповрежденной части системы с помощью выключателя. Но, поскольку именно выключатель обеспечивает отсоединение (отключение) поврежденного элемента от остальной неповрежденной части системы, то из этого определения следует, что выключатель и есть релейная защита. Уточняющее слово «автоматическое» не добавляет четкости в это определение, а лишь запутывает ситуацию, поскольку уводит в смежную область автоматических выключателей, имеющих свою собственную структуру, терминологию и область применения.

Что касается так называемого *дополнительного* назначения релейной защиты, заключающегося в реагировании на ненормальные режимы работы элементов системы и выдачи сигнала, то это назначение никак не сочетается с базовым словом «защита» в термине «релейная защита». Действительно, кого и от чего защищает световой или звуковой сигнал? То, что реле защиты помимо своей основной функции — «защиты» **может** выполнять еще и вспомогательные функции, еще не свидетельствует о том, что оно **должно** выполнять эти функции (см. выше). То есть, если можно использовать большое количество светодиодов на передней панели

микропроцессорного устройства релейной защиты (МУРЗ) в качестве, например, индикатора срабатываний различных реле на подстанции, или использовать МУРЗ в качестве преобразователя входных световых логических сигналов в выходные электрические, то это еще не означает, что такие функции должны быть записаны в определение терминов «реле защиты» или «релейная защита».

«**Определение места повреждения**» [1.5, 1.14] как основная функция релейной защиты вообще не выдерживает критики, поскольку ни одно реле защиты не способно *«определять место повреждения»*. Использование словосочетания «**выявление места**» в [1.6 – 1.11] вместо «**определения места**» несколько не улучшает ситуацию. Для выявления (определения) мест повреждения на линиях электропередачи или в трансформаторах (генераторах) существуют специальные приборы, не имеющие отношения к релейной защите.

Из определения [1.12] согласно которому релейная защита воздействует на «специальные силовые выключатели», следует, что «специальные силовые выключатели» и релейная защита — это два разных понятия и эти «специальные силовые выключатели» не входят в понятие релейной защиты, тем не менее, именно релейная защита, по определению, «выявляет и **отключает** от системы поврежденный участок».

Понятно, что это — некорректное определение, поскольку релейная защита без выключателя не может отключить поврежденный участок. Кроме того, в [1.12] дано некорректное определение действий релейной защиты при ненормальных режимах. По-видимому, это произошло из-за отсутствия четкого разделения между аварийными и ненормальными режимами.

Между тем, это разные режимы и реакция на них релейной защиты должна быть разной. Таким же недостатком страдает и определение, данное в [1.13].

Обратимся к стандартам и нормативным документам. Возможно, там удастся найти более точное и адекватное определение термина «релейная защита» (табл. 2).

Таблица 2. Определения термина «релейная защита» в стандартах и нормативных документах

[2.1]	IEC 60050. International Electrotechnical Vocabulary Power system protection/General terms — 448–11–01 protection	the provisions for detecting faults or other abnormal conditions in a power system, for enabling fault clearance, for terminating abnormal conditions, and for initiating signals or indications.
[2.2]	IEC 60050. International Electrotechnical Vocabulary Power system protection/General terms — 448–11–04 protection system	an arrangement of one or more protection equipments, and other devices intended to perform one or more specified protection functions NOTE 1 — A protection system includes one or more protection equipments, instrument transformer (s), wiring, tripping circuit (s), auxiliary supply (s) and, where provided, communication system (s). Depending upon the principle (s) of the protection system, it may include one end or all ends of the protected section and, possibly, automatic reclosing equipment. NOTE 2 — The circuit-breaker (s) are excluded.
[2.3]	Стандарт Организации. Релейная защита и автоматика, противоаварийная автоматика. Организация взаимодействия служб релейной защиты и автоматики в ЕЭС России, 2007	Система релейной защиты — совокупность устройств релейной защиты на одном или нескольких энергообъектах, обеспечивающая выполнение функций отключения поврежденных ЛЭП, оборудования энергосистемы с заданными параметрами: селективности, скорости действия, чувствительности, надежности, степени резервирования (ближнего и дальнего).
[2.4]	Protective Relaying Philosophy and Design Standards. — PJM Relay Subcommittee, 2003	A protection system is defined as those components used collectively to detect defective power system elements or conditions of an abnormal or dangerous nature, to initiate the appropriate control circuit action, and to isolate the appropriate system components.
[2.5]	IEEE Std C37.100–1992 IEEE Standard Definitions for Power Switchgear relay system	An assembly that usually consists of measuring units, relay logic, communications interfaces, computer interfaces, and necessary power supplies.
[2.6]	СО 34.35.302–2006 Инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций	К устройствам РЗА, на которые распространяется действие настоящей Инструкции, относятся низковольтные комплектные устройства (панели, шкафы, блоки, ящики, пульта) и связанные с ними вспомогательные (вторичные) цепи (оперативного напряжения, сигнализации, управления коммутационными аппаратами, связи со вторичными обмотками измерительных трансформаторов тока и напряжения и т.п.), предназначенные для управления электрооборудованием электрических станций, подстанций и линий электропередачи, для релейной защиты и электроавтоматики (включая автоматику регулирования и противоаварийную, как локальную, так и системную), для сигнализации неисправностей этого оборудования, и для взаимодействия с автоматизированными системами управления (АСУ).
[2.7]	СО 34.35.502–2005 Инструкция для оперативного персонала по обслуживанию устройств релейной защиты и электроавтоматики энергетических систем	В состав устройств РЗА входят, в том числе, противоаварийная автоматика, системы автоматического регулирования электрических режимов силового электрооборудования электростанций и подстанций, приборы определения мест повреждения (ОМП), автоматические осциллографы и регистраторы аварийных событий, вторичные цепи и системы питания устройств РЗА.
[2.8]	РД 153–34.0–35.617–2001 Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110 – 750 кВ	Все устройства РЗА, включая вторичные цепи, измерительные трансформаторы и элементы приводов коммутационных аппаратов, относящиеся к устройствам РЗА, должны периодически подвергаться техническому обслуживанию.

[2.9]	<p>РД 34.35.516–89 Инструкция по учету и оценке работы релейной защиты и автоматики электрической части энергосистем</p>	<p>К РЗА, помимо соответствующей аппаратуры (независимо от принципов ее использования), относятся: переключающие устройства (накладки, ключи и т. п.), испытательные блоки, ряды зажимов, цепи питания оперативным током с предохранителями (автоматами), конденсаторы для питания оперативных цепей с их зарядными устройствами, вторичные цепи измерительных трансформаторов тока и напряжения или заменявших их устройств, электромагниты управления выключателями, короткозамыкателями, отделителями, электромагниты отключения и промежуточные контакторы включения масляных выключателей, вспомогательные трансформаторы и автотрансформаторы тока и напряжения, трансформаторы, проводки и контрольные кабели, соединяющие все перечисленное выше, соединительные провода продольных дифференциальных защит линий и устройств передачи импульсов РЗА с объекта на объект, ВЧ аппаратуру каналов РЗА (элементы настройки заградителей, фильтры присоединений, ВЧ кабель, разделительные фильтры, приемопередатчик и др.), а также другие вспомогательные элементы, относящиеся к РЗА.</p>
-------	---	---

С сожалением приходится констатировать, что и нормативные документы страдают все теми же недостатками. Так, например, в [2.1] не делается разницы между повреждением (**fault**) и ненормальным режимом (**abnormal conditions**). В [2.2] дано весьма «оригинальное» определение, которое можно перевести примерно так: «один или более защитных устройств или другие устройства, предназначенные для выполнения одной или более защитных функций», которое не выдерживает никакой критики, поскольку не дает вообще никакого объяснения тому, что же такое релейная защита. Не лучше сформулировано определение и в [2.3]: «**Система релейной защиты — совокупность устройств релейной защиты**»... Не правда ли, после такого определения всем стало ясно и понятно, что такое релейная защита?

То же относится и к определению функции релейной защиты, как «**обеспечивающей выполнение функций отключения поврежденных ЛЭП, оборудования энергосистемы...**». Из этой формулировки следует, что функция релейной защиты — это отключение заранее выявленных (кем-то или чем-то) «поврежденных ЛЭП, оборудования энергосистемы». В других документах, цитаты из которых приведены в табл. 2, релейная защита определяется не по назначению, а по совокупности входящих в нее компонентов, но и при этом нет соответствия между различными документами. Так, например, [2.2, 2.5] исключают из состава релейной защиты выключатели. При этом не учитывается, что в таком случае релейная защита будет не в состоянии выполнить отключение поврежденного электрооборудования — функцию релейной защиты, определенную как основная в источниках табл. 1. Введение в состав релейной защиты электромагнитов управления выключателями [2.9] не решает проблемы, так как

поврежденное электрооборудование отключает не отключающая катушка, а контактная система выключателя, снабженная соответствующим приводом.

Аналогичная ситуация и с измерительными трансформаторами тока и напряжения. Если в [2.8] они входят в состав системы релейной защиты полностью, то в [2.6, 2.9] только их вторичные цепи (связи со вторичными обмотками), которые сами по себе, в отрыве от всех остальных частей, не могут обеспечить функционирование релейной защиты.

Что касается включения в состав релейной защиты приборов отыскания мест повреждений, осциллографов и регистраторов аварийных режимов [2.7], то эти устройства вообще не имеют никакого отношения к выполнению основных функций релейной защиты из табл. 1.

Аналогично рассмотрим определения, данные термину «реле защиты» (табл. 3).

Определение, данное в [3.1] трактует «реле защиты» слишком широко, включая в его состав промежуточные электромагнитные реле, не являющиеся реле защиты. В [3.2] речь идет о каких-то «входных импульсах», тогда как на самом деле в реле защиты основными входными величинами являются аналоговые величины (токи и напряжения), а не импульсные сигналы. Определение, данное в [3.4] выглядело бы вполне приемлемым, если бы не указание на «ненормальный» режим вместо правильного в данном контексте «аварийного». Кроме того, выражение «**инициация соответствующих изменений энергосистемы**» — слишком обтекаемо, не конкретно и неточно (что такое «соответствующих изменений»? Соответствующих чему?).

Такие же неточные и нечеткие определения «реле защиты» дают и стандарты (табл. 4).

Таблица 3. Определения термину «реле защиты» в технической литературе

[3.1]	Реле защиты/В. С. Алексеев, Г. П. Варганов, Б. И. Панфилов и др. Реле защиты. М.: Энергия, 1976, 464 с.	Электрическое реле, применяемое в устройствах защиты элементов электрических установок, носит название реле защиты.
[3.2]	Фабрикант В. Л., Глухов В. П., Паперно Л. Б. Элементы устройств релейной защиты и автоматики энергосистем и их проектирование. Учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1968. 484 с.	Задача каждого устройства релейной защиты и автоматики энергосистем заключается в преобразовании входных импульсов , зависящих от состояния электрической схемы, в выходные. Выходные импульсы либо воздействуют на те или иные элементы системы, либо вызывают сигнал (звуковой или световой), либо отсутствуют.
[3.3]	Ступель Ф. А. Электромеханические реле. Основы теории, проектирования и расчета. Учеб. пособие. Харьков. Изд-во Харьковского университета, 1956. 355 с.	Реле — прибор, настроенный на определенный режим работы механизма, агрегата или установки. Реле действует при определенных стадиях режима и действие его передается силовому аппарату.
[3.4]	Sleva A. F. Protective Relay Principles. CRC Press, Boca raton, 2009. 368 p.	Protective relays are devices specifically designed to detect abnormal power system conditions and to initiate appropriate power system changes . Protective relays are classified according to input quantities, operating principles, performance characteristics, and technology — electromechanical, solid state, or microprocessor based. The function of most protective relays is to initiate circuit breaker opening . Protective relays are only part of the protection and control scheme needed to properly detect and isolate abnormal system conditions .

Таблица 4. Определения термину «реле защиты» в стандартах

[4.1]	IEC 60050. International Electrotechnical Vocabulary Measuring relays/Terms relating to relay types 447-01-14 protection relay	Measuring relay which detects faults or other abnormal conditions in a power system or of a power equipment NOTE — A protection relay is a constituent of a protection equipment.
[4.2]	IEC 60050. International Electrotechnical Vocabulary Measuring relays/Terms relating to relay types 447-01-02 measuring relay	Electrical relay intended to operate when its characteristic quantity, under specified accuracy, attains its operate value.
[4.3]	ГОСТ 16022-83. Реле электрические. Термины и определения 2. Измерительное электрическое реле	Электрическое реле, предназначенное для срабатывания с определенной точностью при заданном значении или значениях характеристической величины.
[4.4]	Стандарт Организации. Релейная защита и автоматика, противоаварийная автоматика. Организация взаимодействия служб релейной защиты и автоматики в ЕЭС России, 2007	Устройства релейной защиты — устройства, предназначенные для автоматического отключения поврежденной ЛЭП, оборудования (как правило, при КЗ) от остальной, неповрежденной части энергосистемы при помощи выключателей, а также для действия на сигнал или отключение ЛЭП, оборудования в случаях опасных ненормальных режимов их работы.
[4.5]	Glossary of Terms for Electric Utility Personnel American Power Dispatchers Association. A Common Terminology Among Personnel within the Electric Industry	Protective Relay — a relay whose function is to detect defective line or apparatus or other power system conditions of an abnormal or dangerous nature and to initiate appropriate control circuit action .
[4.6]	IEEE Std C37.100-1992 IEEE Standard Definitions for Power Switchgear protective relay	

Так, например, в [4.1] указывается, что реле защиты — это измерительные реле, которые выявляют аварийные или ненормальные режимы. Здесь для определения термина («реле защиты») вводится новый термин («измерительное реле»), который в свою очередь требует определения. Довольно странный и нелогичный прием: объяснять один неопределенный термин другим, таким же неопределенным. Кроме того, указание на функцию измерительного реле, как «выявление аварийных и ненормальных режимов» явно неверно, так как это всего лишь часть функции реле защиты: одного лишь «выявления» явно недостаточно для реализации функции релейной защиты.

В источниках [4.2 и 4.3] определение термину «реле защиты» подменяется описанием условий срабатывания измерительного реле. Определение, приведенное в [4.4] приписывающее устройствам релейной защиты **«автоматическое отключение поврежденной ЛЭП, оборудования...»** не выдерживает критики, поскольку отдельные «устройства релейной защиты» (например, те же реле защиты) не могут самостоятельно отключить поврежденную ЛЭП. Сделать это может только система релейной защиты, образованная совокупностью многих устройств.

Завершая обзор литературных источников по терминам «реле защиты» и «релейная защита»,

нельзя обойти молчанием три дополнительных источника [5.1 – 5.3] (табл. 5), в которых предпринята попытка сформулировать специальные требования к реле защиты и к релейной защите. Приведенные в табл. 5 формулировки очень важны, по нашему мнению, для понимания и оценки современных тенденций в развитии микропроцессорных реле защиты, о которых упоминалось в начале статьи.

Из анализа [5.3], написанного классиком релейной защиты, следует, что функцией релейной защиты является якобы «непрерывный контроль за состоянием ... всех элементов энергосистемы». Но, во-первых, контролировать состояние **всех** элементов энергосистемы невозможно. Во-вторых, «контроль состояния ... элементов энергосистем» называется сегодня мониторингом электрооборудования и осуществляется приборами и устройствами специально для этого предназначенными и не имеющими никакого отношения к релейной защите. Очевидна также необходимость разделения и четкого определения понятий «повреждение» (в других источниках применяется термин «аварийный режим») и «ненормальный режим».

В противовес [5.3], в [5.1 и 5.2] сформулированы важнейшие требования к реле защиты, отрицающие правомерность и целесообразность навешивания на реле дополнительных функций, не связанных

Таблица 5. Особые определения и требования к релейной защите

<p>[5.1]</p>	<p>Blackburn J. L., Domin T.J. Protective Relaying. Principles and Applications. Third Edition. CRC Press, Boca Raton, 2007. 633 p.</p>	<p>a) The protective relays act only after abnormal or intolerable condition has occurred.</p> <p>The term «protection» does not indicate or imply that the protection equipment can prevent trouble, such as faults and equipment failures.</p> <p>Dependability indicates the ability of the protection system to perform correctly when required, whereas security is its ability to avoid unnecessary operation.</p> <p>A protective relay system should be kept as simple and straightforward as possible while still accomplishing its intended goals.</p> <p>Each added unit or component, which may offer enhancement of the protection, but is not necessary basic to the protection requirements, should be considered very carefully.</p> <p>Monitoring relays are used to verify conditions in the power system or in the protective system. Examples in power systems are fault detection, voltage check, or directional-sensing units that confirm power system condition but do not directly sense the fault or trouble. In a protection system, they are used to monitor the continuity of circuit, such as pilot wires and trip circuits.</p>
<p>[5.2]</p>	<p>Titarenko M., Noskov-Dukelsky I. Protective Relaying in Electric Power Systems. — Foreign Languages Publishing House, Moscow, 368 p.</p>	<p>In selecting a type of protective scheme it is necessary to strive to make it as simple and reliable as possible.</p>
<p>[5.3]</p>	<p>Чернобровов Н. В. Релейная защита. Учеб. пособие. М: Энергия, 1974. 680 с.</p>	<p>Релейная защита ... осуществляет непрерывный контроль за состоянием и режимом работы всех элементов энергосистемы и реагирует на возникновение повреждений и ненормальных режимов.</p>

непосредственно с защитой; фактически отрицается право на существование реле защиты упреждающего действия; вводится понятие «реле мониторинга», как отдельного вида реле, не связанного с реле защиты.

Проведенный анализ многочисленных литературных источников показывает, что на практике используется два принципа образования определения устройству (системе): либо по составу элементов, из которых это устройство (система) состоит [2.5, 2.6], либо по функциональному назначению устройства (системы) [3.4, 4.5, 4.6 и др.]. Второй принцип нам представляется более предпочтительным, поскольку в разных конкретных случаях состав устройств или систем, имеющих одно и то же назначение, может быть различным. Кроме того, с развитием техники и появлением новых технологий, новой элементной базы, новых принципов построения устройств и систем их состав может существенно изменяться, тогда как назначение менее зависимо от развития технологий и остается стабильным в течение длительного периода времени. Указание на состав может использоваться, по нашему мнению, как чисто информативное для уточнения и конкретизации базового определения по назначению.

В существующих нормативных документах и стандартах имеется множество противоречий и по составу электрооборудования, относящегося к РЗ. Так, например, ограничение области «релейной защиты» электромагнитами отключения выключателя [2.9] или вообще полное исключение всего выключателя [2.2] является попыткой ограничить зону ответственности персонала, обслуживающего РЗ, но приводит к искажению понятия «релейная защита», поскольку в таком усеченном виде оно входит в противоречие с основной функцией «релейной защиты».

Без выключателя (даже при наличии электромагнита отключения, входящего в состав релейной защиты) невозможно отключить (отделить) поврежденное электрооборудование (или его часть) от остального электрооборудования, т.е. реализовать основное предназначение РЗ. Такая же запутанная ситуация сложилась и по измерительным трансформаторам, когда в [2.9] к РЗ отнесены лишь «вторичные цепи измерительных трансформаторов тока и напряжения»; в [2.6] — лишь «связи со вторичными обмотками измерительных трансформаторов тока и напряжения», а в [2.2, 2.5, 2.8] такого разделения измерительных трансформаторов на первичные и вторичные цепи вообще нет и эти трансформаторы входят в состав РЗ полностью. С другой стороны, отмеченному выше принципу противоречит отнесение в [2.7] к релейной защите систем электропитания РЗ. В большинстве случаев

это аккумуляторные батареи и зарядно-подзарядные агрегаты. Но разве эти виды оборудования обслуживаются релейщиками?

Для того, чтобы навести порядок в нормативных документах следует, по нашему мнению, четко и внятно разделить перечни оборудования **входящего в состав релейной защиты** и **входящего в зону ответственности и обслуживания служб релейной защиты**. Следует четко указать, что эти перечни не совпадают и признать, что в зону ответственности служб релейной защиты входят не все виды оборудования, фактически относящиеся к релейной защите по определению «релейная защита». Например, такие виды оборудования, как:

- реле защиты;
- измерительные трансформаторы тока и напряжения;
- выключатели;
- системы оперативного питания;
- системы связи и обмена информацией между реле,

по определению относятся к релейной защите, хотя и не все они обслуживаются службами релейной защиты. А такие, как:

- устройства и системы для записи и регистрации аварийных режимов;
- устройства поиска мест повреждений;
- устройства мониторинга и сигнализации;
- устройства и системы автоматического регулирования электрических режимов силового электрооборудования электростанций и подстанций,

к релейной защите не относятся, хотя и обслуживаются в большинстве своем службами релейной защиты.

Инструкции, стандарты организации (СО) и руководящие документы (РД) должны быть гармонизированы между собой с тем, чтобы исключить противоречия в толковании терминов. Однако, в настоящее время, как было показано выше, отсутствуют четкие, логически выверенные и правильные с технической точки зрения определения терминам «реле защиты» и «релейная защита», что способствует возникновению спорных и опасных тенденций в развитии релейной защиты. В связи с этим, считаем необходимым и актуальным неотложное формулирование этих определений. Представляем на суд технической общественности предлагаемые нами определения:

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

Система релейной защиты — совокупность взаимосвязанных устройств, обеспечивающих выявление аварийного режима работы электрооборудования и его прекращение.

Реле сигнализации — устройство, предназначенное для выявления ненормального режима работы контролируемого объекта и выдачи тревожного сигнала.

В связи с использованием в предлагаемых формулировках понятий «ненормальный режим работы» и «аварийный режим работы», необходимо также определиться и с этими понятиями. Для первого из них имеется стандартное определение (ГОСТ 18311–80), вполне пригодное для использования в РЗ с небольшим дополнением:

Ненормальным называется **продолжающийся**¹ режим работы электротехнического изделия (электротехнического устройства, электрооборудования), при котором значение хотя бы одного из параметров режима выходит за пределы наибольшего или наименьшего допустимого рабочего значения

А вот для второго («аварийный режим работы») общего стандартного определения нет, а есть лишь частные определения, «подогнанные» под определенные области техники, в связи с чем, мы выносим на суд читателей собственное определение:

Аварийным называется такой ненормальный режим работы оборудования (устройства,

системы), при котором дальнейшее его продолжение является недопустимым.

По нашему мнению, внедрение в практику предлагаемой единой системы определений позволит навести порядок в стандартах, нормативных документах, в учебной литературе, а главное — избежать спекуляций и опасных перекосов в процессе развития реле защиты и релейной защиты при использовании новых технологий.

Литература

1. **Гуревич В. И.** Релейная защита энергосистем — не испытательный полигон для модных идей!//PRO Электричество, 2011. № 4. С. 18–19.
2. **Гуревич В. И.** Технический прогресс в релейной защите. Опасные тенденции развития РЗА//Новости электротехники, 2011. № 5. С. 38–40.
3. **Родин А.** Синергетика и детерминизм: В сб. Онтология и эпистемология синергетики/Под ред. В. И. Аршинова. М., ИФРАН, 1997.
4. **Нудельман Г. С., Бульчев А.** Совершенствование за счет упреждающих функций//Новости электротехники, 2009. № 4 (58).
5. **Бульчев А.** Защита упреждающего действия для электродвигателей//Новости электротехники, 2011. № 5.
6. **Харечко В. Н., Харечко Ю. В.** Понятие «Автоматический выключатель»//Электрика, 2007. № 2. С. 44–47.

¹ Слово «продолжающийся» введено нами.