

УДК 621.316.925.1

**Гура Денис Николаевич**,  
ведущий специалист службы  
релейной защиты и автомати-  
ки Филиала ОАО «СО ЕЭС»  
«Северокавказское РДУ».  
E-mail:  
GuraDN@skrdu.so-ups.ru  
Область научных интересов:  
релейная защита и автоматика.

**ПРИМЕНЕНИЕ «ЖЕСТКОЙ» И «ГИБКОЙ» ЛОГИКИ  
В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ  
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ (МП УРЗА).  
ПРОБЛЕМЫ СОВМЕСТИМОСТИ УРЗА РАЗЛИЧНЫХ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

Д.Н. Гура

Филиал ОАО «СО ЕЭС» «Северокавказское РДУ»,  
г. Пятигорск  
E-mail: GuraDN@skrdu.so-ups.ru

Актуальность работы обусловлена все большим распространением микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики (МП УРЗА) в Единой энергетической системе России. Они приходят на смену морально устаревшим УРЗА на электромеханической и полупроводниковой базе. В настоящее время при проектировании новых объектов электроэнергетики, а также при реконструкции старых высокую актуальность приобрел вопрос возможности совместной работы дифференциально-фазных защит (ДФЗ) линий, выполненных на микропроцессорной базе, с аналогичными защитами других производителей. Цель работы – сравнение функций «жесткой» и «гибкой» логики микропроцессорных терминалов защит, выявление критериев, определяющих применение каждого типа логики для конкретного энергообъекта, информирование о первых испытаниях в России на совместимость микропроцессорных терминалов различных производителей и разработке специальных технических требований к составу, характеристикам и алгоритмам основных элементов ДФЗ. Были использованы данные о процентном соотношении устройств релейной защиты на различной элементной базе в операционной зоне Северокавказского регионального диспетчерского управления, проведен анализ преимуществ и недостатков «жесткой» и «гибкой» логики микропроцессорных терминалов защит и возможности совместимости микропроцессорных терминалов различных производителей. В результате проделанной работы было установлено: для обеспечения совместимости МП терминалов различных фирм-изготовителей необходимо выполнение специальных технических требований к составу, характеристикам и алгоритмам основных элементов ДФЗ, разработанных ОАО «ВНИИР»; необходимо пересмотреть «шаблонные принципы» проектных институтов, должны быть определены четкие критерии допустимости «гибкой» логики, необходима разработка единой нормативной и информационной базы для проектирования современных устройств РЗА, эксплуатирующим организациям необходимо вплотную заняться повышением квалификации персонала на местах, фирмам-изготовителям необходимо обеспечить обучение персонала эксплуатирующих и проектных организаций, систематизировать литературу, рекомендации и методические указания.

**Ключевые слова:**

Микропроцессорные терминалы защит, типы логики микропроцессорных терминалов защит, преимуществ и недостатков «жесткой» и «гибкой» логики микропроцессорных терминалов защит, проблемы совместимости микропроцессорных терминалов различных производителей, результаты опытов на совместимость микропроцессорных терминалов различных производителей.

В связи с появлением и бурным развитием цифровой микропроцессорной техники все большее распространение приобретают микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики (МП УРЗА). Процентное соотношение УРЗА на электромеханической, полупроводниковой и микропроцессорной базе в операционной зоне Северокавказского РДУ представлено на диагр. 1.



**Рис. 1.** Процентное соотношение УРЗА на электромеханической, полупроводниковой и микропроцессорной базе в операционной зоне Северокавказского РДУ

МП УРЗА имеют ряд преимуществ над своими предшественниками, как то: компактность, наличие встроенных регистраторов аварийных и эксплуатационных событий, специальное программное обеспечение, возможность объединения в единую сеть нескольких цифровых защит, осуществление передачи данных и управление этими устройствами с верхнего уровня [4].

К факторам, сдерживающим широкое внедрение МП УРЗА, можно отнести их относительно высокую цену, необходимость наличия на каждом энергетическом объекте и непосредственно у лиц, занимающихся их эксплуатацией, соответствующей компьютерной техники, а также необходимость повышения квалификации обслуживающего персонала и проверку электромагнитной обстановки и совместимости на энергообъекте [1].

По принципу доступа к изменению логики МП терминалы РЗА делятся на два класса: с «жесткой» логикой и свободно программируемые (с «гибкой» логикой).

#### **МП терминалы с «жесткой» логикой**

К МП терминалам с «жесткой» логикой относятся УРЗА русифицированной серии SPAC-800, SPAC-810 фирмы «АББ», SEPAM 2000 фирмы Schneider Electric, БМРЗ, «Сириус» ЗАО «Радиус Автоматика» и других российских производителей. Логика этих терминалов заранее разработана производителем и согласована со всеми ведущими проектными институтами России, поэтому терминалы полностью адаптированы к российским условиям применения [3].

Недостатком цифровой системы на «жесткой» логике является то, что для каждой новой задачи ее надо проектировать и изготавливать заново. Это длительный и дорогостоящий процесс.

Путь преодоления этого недостатка заключается в построении такой системы, которая могла бы легко адаптироваться под любую задачу, перестраиваться с одного алгоритма работы на другой без изменения аппаратуры.

#### **МП терминалы с «гибкой» логикой**

К МП терминалам с «гибкой» логикой относятся устройства серии REx 67x фирмы «АББ», серии MiCOM компании Alstom Grid, серии SIPROTEC 4 фирмы SIEMENS, серии UR фирмы GE.

Основным достоинством программируемой системы является возможность решения различных задач, без изменения схмотехники системы. Основной недостаток заключается в том, что любая универсальность приводит к избыточности и, как правило, к снижению быстродействия.

С появлением МП УРЗА в релейной защите стал применяться новый термин – «допущенная неправильная работа» из-за особенности алгоритма функционирования. Так, в операционной зоне Северокавказского РДУ в 2014 году было зафиксировано четыре подобных случая.

Сравнение выполняемых функций «жесткой» и «гибкой» логики МП УРЗА представлено в табл. 1.

**Таблица 1.** Сравнение функций «жесткой» и «гибкой» логики

№ п/п	Наименование функции	Наличие данной функции:	
		«жесткая» логика	«гибкая» логика
1	Использование современных математических методов обработки информации о параметрах режима защищаемой линии	+	+
2	Возможность построения с помощью встроенных функций терминала алгоритмов любой сложности	–	+
3	Более совершенные алгоритмы самодиагностики терминала	–	+
4	Реализация интерфейса «человек – машина» (ИЧМ)	+	+
5	Реализация нескольких групп уставок защит терминала с возможностью активизации любой из них (в том числе посредством оперативных переключающих устройств)	+	+
6	Простота интеграции в АСУ ТП энергообъекта	+	+
7	Возможность организации «удаленного доступа» к терминалам (с возможностью дистанционного изменения):		
	а) логики функционирования;	–	+
	б) уставок, мониторинга функционирования, телеуправления	+	+
8	Возможность ошибок при программировании функций, которые могут привести к отказам или неправильной работе защиты и автоматики	–	+

Таким образом, системы на «жесткой» логике хороши там, где решаемая задача не меняется длительное время, где требуется самое высокое быстродействие и алгоритмы обработки информации предельно просты. А системы на «гибкой» логике хороши там, где часто меняются решаемые задачи и алгоритмы обработки информации сложные.

На примере МП терминалов серии БЭ2704 НПП «ЭКРА» можно проследить тенденции развития отечественных МП УРЗА. Данные МП терминалы содержат три типа логических связей: «жесткая» логика, ранжирование (назначение свободных логических входов, выходных реле, светодиодных сигналов) и «гибкая» логика [2].

В настоящее время при проектировании новых объектов электроэнергетики, а также при реконструкции старых высокую актуальность приобрел вопрос возможности совместной работы дифференциально-фазных защит (ДФЗ) линий, выполненных на микропроцессорной базе, с аналогичными защитами других производителей.

Впервые испытания на совместимость МП терминалов различных производителей проводились в классе цифровых устройств РЗА и ПА в центре тренажерной подготовки персонала (ЦТПП) филиала ОАО «СО ЕЭС» ОДУ Юга в апреле 2010 года. Этому способствовал ряд обстоятельств:

1. Техническая оснащенность ЦТПП МП терминалами защит ведущих производителей, проверочными установками последнего поколения.

2. Налаженные связи с ведущими производителями МП терминалов России и зарубежья, которые ежегодно проводят курсы повышения квалификации в ЦТПП.

3. Многолетний опыт эксплуатации МП терминалов в операционной зоне ОДУ Юга.

4. Опыт специалистов СРЗА Северокавказского РДУ по определению причин неправильной работы МП терминалов в операционной зоне Северокавказского РДУ.

Проводились испытания на совместимость МП терминалов защит Р547V фирмы Alstom Grid и L60 фирмы GE. После многочисленных опытов были установлены критерии совместимости. Данные терминалы успешно работали в режиме направленной дифференциальной токо-

вой защиты с ВЧ-блокировкой. По вопросу совместимости работы ДФЗ было установлено, что основным препятствием для совместной работы является различный подход в реализации принципа работы органа манипуляции. После долгих дебатов представители фирм Alstom Grid и GE пришли к выводу о нецелесообразности внесения изменений в принципы устройства терминалов.

Окончательная точка в данном вопросе была поставлена в конце 2013 – начале 2014 гг., когда ОАО «ВНИИР» выполнило НИОКР по исследованию совместимости устройств ДФЗ и защит с ВЧ-блокировкой различных производителей. В рамках этой работы были проведены совместные испытания образцов устройств ДФЗ шести производителей. Испытания показали, что ни одна из пар представленных серийных устройств не может быть рекомендована для совместной работы. Для достижения совместимости необходимо, чтобы органы манипуляции в устройствах на противоположных концах защищаемой линии имели одинаковые не только статические характеристики, указываемые в технической документации, но и динамические характеристики, которые производители не раскрывают.

ОАО «ВНИИР», опираясь на решение совещания в ОАО «ФСК ЕЭС», разработало и согласовало с производителями специальные технические требования к составу, характеристикам и алгоритмам основных элементов ДФЗ, которые, будучи реализованными, обеспечили бы их совместимость [5].

В операционной зоне Северокавказского РДУ успешно работают МП-терминалы различных производителей, установленные на разных концах одной ЛЭП. Фактов неправильной, ложной, излишней работы или отказа в работе, связанных с проблемой их совместимости, не зафиксировано.

### Выводы

Для обеспечения совместимости МП терминалов различных фирм-изготовителей необходимо выполнение специальных технических требований к составу, характеристикам и алгоритмам основных элементов ДФЗ, разработанных ОАО «ВНИИР».

Все большее распространение «гибкой» логики требует кардинального решения слабых мест данного вопроса:

1. Необходимо пересмотреть «шаблонные принципы» проектных институтов, когда проекты штампуются однотипно без разбора для совершенно различных энергообъектов, и потом на месте приходится исправлять ошибки, допущенные при проектировании.

2. Должны быть определены четкие критерии допустимости «гибкой» логики. Необходимо предложить производителям унифицировать типы «гибкой» логики для понимания их применения персоналом конкретного объекта. Важно контролировать и анализировать применение «гибкой» логики.

3. Необходима разработка единой нормативной и информационной базы для проектирования современных устройств РЗА. На сегодняшний день создалась критическая ситуация с нормативно-технической документацией, обеспечивающей качественное проектирование и дальнейшую эксплуатацию современных устройств РЗА [6].

4. Эксплуатирующим организациям необходимо вплотную заняться повышением квалификации персонала на местах.

5. Фирмам-изготовителям необходимо обеспечить обучение персонала эксплуатирующих и проектных организаций, систематизировать литературу, рекомендации и методические указания.

*Статья рекомендована к публикации по итогам работы V Международной молодежной конференции "Электроэнергетика глазами молодежи 2014".*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высшая школа, 1991. – 496 с.

2. Дони Н.А., Левиуш А.И., Тонких Е.В., Ужегов В.Т. О предельных длинах ВЛ, защищаемых дифференциально-фазными защитами без устройств компенсации емкостных токов // Электрические станции. – 2003. – № 2.
3. Беляев А.В., Широков В.В., Емельянец А.Ю. Цифровые терминалы РЗА. Опыт адаптации к российским условиям // Новости ЭлектроТехники. – 2007.– № 1 (43), № 2 (44).
4. Рожкова А.В., Петров С.Я., Рудман А.А и др. Опыт проектирования и перспективы использования микропроцессорных защит // Энергетик. – 2003. – № 4.
5. АБС Электро ОАО «ВНИИР». Отчет об испытаниях по договору №771/07-2013. Исследование на совместимость МП ДФЗ линий 110-220 кВ типа «Сириус-3-ДФЗ-01» производства ЗАО «Радиус Автоматика» с МП ДФЗ различных производителей с применением динамических испытаний. – Чебоксары, 2014. – 118 с.
6. Рожкова А.В., Петров С.Я., Бахвалова Т.Л. и др. Некоторые аспекты освоения и проектирования микропроцессорных устройств РЗА различных производителей. // Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем России: сб. тез. и док. II Международной практической конференции и выставки. г. Москва, 23–26 апр. – М., 2013. – С. 42–43.

Поступила 29.01.2015 г.