

## ОСНОВНЫЕ ОШИБКИ ПРИ ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

**Боровских Алексей Дмитриевич**

магистрант

Липецкий государственный технический университет, Липецк

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены основные производители микропроцессорной релейной защиты отечественных и зарубежных производителей. Проведен анализ и сравнение отказов для каждого элемента.

**Ключевые слова:** релейная защита, надежность, электромеханическое реле, микропроцессорная устройство релейной защиты.

---

## THE BASIC ERROR IN ASSESSING THE RELIABILITY OF MICROPROCESSOR RELAY PROTECTION

**Borovskih Alexey Dmitriyevich**

undergraduate

Lipetsk state technical university, Lipetsk

**Abstract.** This article deals with the main producers of microprocessor relay of domestic and foreign manufacturers. The analysis and comparison of failure for each element.

**Key words:** relay protection, reliability, electromechanical relay, micro-processor relay.

Микропроцессорные устройства релейной защиты (МУРЗ) на сегодняшний день очень активно вытесняют с рынка все другие виды устройств релейной защиты и автоматики (РЗА), поскольку все ведущие мировые лидеры в этой сфере практически полностью прекратили производство всех других видов реле защиты для электроэнергетики. Появившись 25 лет назад в энергетике, эти устройства вызвали бурную реакцию среди специалистов. В технической литературе появилась масса восторженных публикаций, на все лады восхваляющих преимущества и достоинства МУРЗ. Однако любому здравомыслящему специалисту понятно, что не бывает идеальных устройств. И даже у МУРЗ имеется масса технических проблем и недостатков, которые уже привели к заметному снижению надежности релейной защиты и росту затрат на нее. Поскольку никакой альтернативы МУРЗ сегодня уже не осталось, возникает проблема компенсации тех негативных последствий, которые привнесли с собой в релейную защиту МУРЗ.

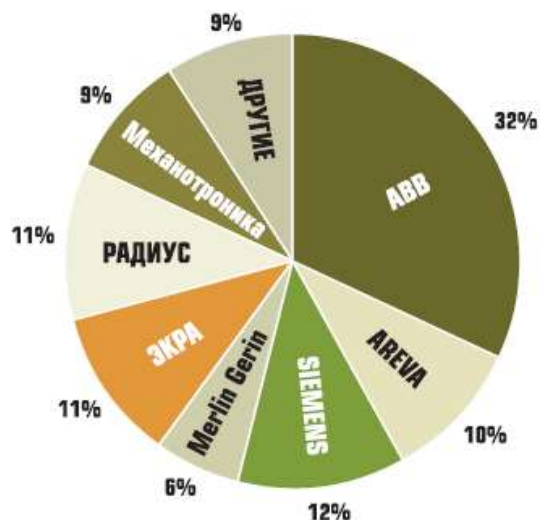
Сегодня на рынке МУРЗ присутствуют сотни моделей десятков различных производителей. Каждый тип МУРЗ имеет собственный корпус, существенно отличающийся от корпуса другого типа МУРЗ, иногда даже того же самого производителя. В соответствии с данными отчета Newton-Evans Research Co. в 2015 г. группой ведущих компаний мира – ABB, Areva, SEL, Siemens, NARI – было продано реле защиты на сумму около 1,5 миллиардов долларов, а второй группой, в которую вошли Basler, General Electric, Schneider – еще на 860 миллионов. Помимо указанных в отчете, на рынке МУРЗ сегодня активно работают такие крупные компании, как Beckwith, Cooper Power, Orion Italia, VAMP, Woodward и др. По данным того же отчета в 2016 г. ожидается продажа реле защиты западными компаниями на сумму уже 3,2 миллиарда долларов (рис. 1) [1].

Казалось бы, при таком многообразии производителей и типов МУРЗ, представленных на рынке, потребитель всегда может выбрать

наиболее подходящий для него вариант МУРЗ и никаких проблем с этим у него быть не должно.

Как известно, в 25-28 % случаев причиной возникновения крупнейших системных аварий, имевших место в мире, были отказы релейной защиты [2]. А если добавить к этому, что в 50-70 % случаев перехода обычного аварийного режима в тяжелую системную аварию повинна также релейная защита, то становится очевидным первостепенная важность такого параметра, как надежность релейной защиты (РЗ) [2]. В соответствии с ГОСТ 27.002-89 «Надёжность – свойство

объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования» [3]. Выделенные в этом определении слова подчеркивают, что надежность объекта заключается не только в «выполнении им требуемых функций», но и в свойстве «сохранять во времени способность выполнять требуемые функции». Совершенно очевидно, что «выполнение функций» и «способность выполнять функции» это не одно и то же. Поясним это на примере той же релейной защиты. Если оценивать надежность РЗ по «выполнению требуемых функций», то получится, что микропроцессорное устройство релейной защиты (МУРЗ), которое постоянно выходит из строя и требует частой замены внутренних блоков, но при этом ни разу не привело к ложному срабатыванию (или несрабатыванию) выключателя, которым оно управляет, является абсолютно надежным. С другой стороны, если оценивать надежность того же МУРЗ по «способности выполнять требуемые функ-



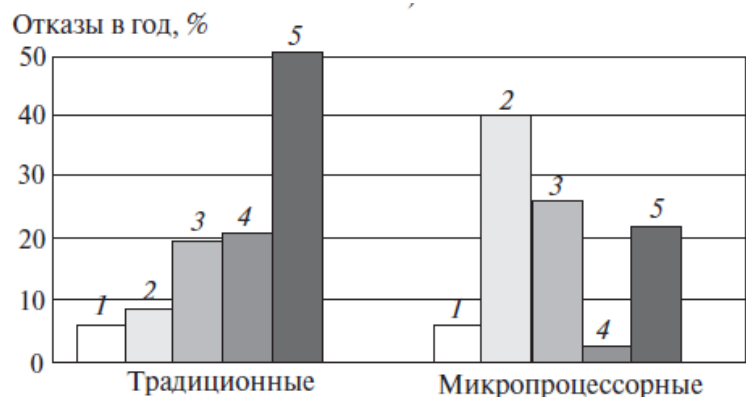
**Рис. 1 Рынок МУРЗ в России на 2015 год**

ции», как того требует стандарт, то окажется, что МУРЗ в нашем примере крайне ненадежное устройство, поскольку оно много раз и в течение достаточно длительного времени было не способно выполнять требуемые функции из-за внутренних повреждений.

Прогресс в развитии электромеханических реле был полностью остановлен 30-35 лет тому назад в связи с тем, что все усилия разработчиков направлялись на создание электронных, а затем и микропроцессорных защит. И дело здесь вовсе не в каких-то принципиальных недостатках электромеханических или статических реле, или в их неспособности обеспечивать надежную защиту энергетических объектов, а совершенно в другом. Дело в том, что затраты на полностью роботизированное (вплоть до автоматического тестирования) производство МУРЗ из дешевых электронных комплектующих высокой степени интеграции не идет ни в какое сравнение с затратами на производство и ручную сборку из высокоточных механических элементов электромеханических реле при том, что продажная стоимость МУРЗ остается очень высокой. Вот, например, Российская компания НЭК из Новосибирска предлагает контрактную сборку печатных плат с использованием современной технологии поверхностного монтажа со скоростью монтажа 50 000 компонентов в час (японская машина SM402-M/L монтирует уже 60 тысяч компонентов в час) [4]. Совершенно очевидно, что при наличии такого высокопроизводительного, полностью автоматического оборудования производство печатных плат, из которых и состоит МУРЗ, приносит производителям баснословные прибыли по сравнению с производством и ручной сборкой высокоточных механических реле. Именно в сфере производства, а не эксплуатации проявляется самое важное преимущество МУРЗ: сверхприбыль производителей. По этой причине сегодня уже практически нигде в мире (за исключением отдельных небольших производств, не влияющих на общую картину) не производятся никакие другие виды защит, кроме микропроцессорных. Апологеты скорейшего и по-

всеместного внедрения МУРЗ (обычно, представители предприятий-производителей, их торговые агенты или связанные с ними общим бизнесом) часто приводят такие доводы в пользу последних, как отсутствовавшая у электромеханических реле возможность записи аварийных режимов, возможность обмена информацией между реле и т.п. Но все это рекламные трюки, не имеющие ничего общего с действительностью. Сегодня на рынке имеются сотни разновидностей микропроцессорных самописцев аварийных режимов, способных передавать данные по сети, которые регистрируют аварийные режимы значительно лучше и полнее, чем это делают МУРЗ; имеются развитые системы передачи информации такие, например, как SCADA, хорошо работающие уже многие годы с электромеханическими реле. В отличие от реле защиты микропроцессорные самописцы аварийных режимов не способны повлиять на надежность электроснабжения и спровоцировать тяжелые аварии в сети при отказах в работе (в отличие от МУРЗ), поэтому широкое их использование можно только приветствовать.

За 2000-2010 годы по ЛЭП и оборудованию напряжением 110-750 кВ зафиксировано 2913 случаев работы цифровых устройств релейной защиты. Из них правильно в 89,5 % случаев, неправильно в 10,6 % случаев. За этот же интервал времени электромеханические устройства релейной защиты работали 17529 раз. Из них правильно в 93,53 %, неправильно в 6,48 %. Микроэлектронные устройства релейной защиты



**Рис. 2. Диаграммы отказов дистанционной защиты линий 110-750 кВ:**  
**1 – отказы из-за ошибок при тестировании и эксплуатации; 2 – отказы из-за ошибок в уставках и настройках;**  
**3 – конструктивные недостатки;**  
**4 – технические проблемы; 5 – отказы по неустановленным причинам**

работали 5685 раз. Из них правильно в 92,91 % случаев и в 7,07 % случаев неправильно (рис. 2) [5].

В заключение хотелось бы отметить что споры на эту тему будет еще огромное количество. Но как минимум из выше изложенного можно сделать выводы о недопустимости использования в такой чувствительной и важной области, как микропроцессорная релейная защита, упрощенных и удешевленных моделей.

### **Список использованных источников**

1. Bittencourt A., de Carvalho M.R., Rolim J.G. Adaptive strategies in power systems protection using artificial intelligence techniques // The 15th International Conference on Intelligent System Applications to Power Systems, Curitiba, Brazil. 2015. November 8-12.
2. Саратова Н.Е. Анализ подходов к исследованию процессов протекания системных аварий // Системные исследования в энергетике. Матер. конф. мол. уч. Иркутск: ИСЭМ, 2007.
3. ГОСТ 27.002"89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1989.
4. Moxley R. Analyze Relay Fault Data to Improve Service Reliability. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.selinc.com> (дата обращения: 13.09.15).
5. Коновалова Е.В. Основные результаты эксплуатации устройств РЗА энергосистем Российской Федерации // Релейная защита и автоматика энергосистем. Сб. докладов науч.-техн. конф. М., 2012.

**From:** Dr. Vladimir Gurevich <gurevich.publications@gmail.com>  
**To:** Алексей Боровских <alexey\_borovskih@mail.ru>  
**Subject:** Re: Извинение

Hello Алексей,

Tuesday, July 12, 2016, 5:48:37 PM, you wrote:

Здравствуйте много уважаемый Владимир Игоревич. Меня зовут Боровских Алексей Дмитриевич. Я приношу свои глубочайшие извинения за то, что использовал ваши статьи, книги и другой интеллектуальный труд для написания своих статей. Используя их, я не задумывал ничего плохого и не преследовал цели чтобы навредить Вам. Изучив материалы, которые вы публикуете я нашел их очень и очень интересными, в них чувствуется Ваш огромный опыт работы в этой области науки и дальновзоркость которой так не хватает в настоящее время. Людям свойственно совершать ошибки, от них никто не застрахован. Вы тоже когда-то были молодым и надеюсь можете понять меня. Могу сказать с полной уверенностью что этого рода недоразумения больше не повторяться, и еще раз прошу прощения за столь грубую оплошность с моей стороны. Я и дальше хочу получать удовольствие от чтения Ваших статей, а Вы делиться своими знаниями и опытом с новым поколением.

С уважением,  
Алексей Боровских

**From:** Шпиганович Александр Николаевич <san@stu.lipetsk.ru>  
**To:** vladimir.gurevich@gmx.net, gurevich.publications@gmail.com  
**Subject:** Извинение

Уважаемый Владимир Игоревич!  
Коллектив кафедры электрооборудования приносит глубокие извинения перед Вами за нашего магистра Боровских Алексея. Мы примем все меры для исключения подобного в будущем. Для этой цели с началом учебного года и на регулярной основе во всех наших группах будут проводиться собрания, на которых каждому студенту будут даны разъяснения об этике взаимодействия, авторском праве и интеллектуальной собственности. Выходка Алексея сказывается на чести не только кафедры, факультета, но и университета. Честь надо беречь.

С уважением, заведующий кафедры электрооборудования ЛГТУ, д.т.н., проф.  
Шпиганович Александр Николаевич.

**From:** "НИЦ Апприори, Краснодар" <info@apriori-nauka.ru>  
**To:** Dr. Vladimir Gurevich <gurevich.publications@gmail.com>  
**Subject:** Re: Нарине Акелян

Здравствуйте, Владимир Игоревич.

К сожалению, такое случается - мы проверяем статьи на плагиат, но сейчас существуют методы обходить такую проверку. Текст указанной статьи мы удалили со страницы сайта, также удалим в ближайшие дни со страницы в elibrary. К сожалению, так как статья все же была опубликована в сборнике, на 100 % удалить ее из сети не получится.

Благодарим за обращение.

Если возникнут какие-то вопросы - пишите, пожалуйста.

С уважением, Оргкомитет Апприори НИЦ.  
[www.apriori-nauka.ru](http://www.apriori-nauka.ru)