



<http://www.rza.org.ua/article/a-64.html>

## **Ответ автора статьи «Надежность микропроцессорных устройств релейной защиты: мифы и реальность» на рецензию О. Г. Захарова**

### **Введение.**

В последние 10 – 15 лет во всем мире идет процесс повсеместного перехода на устройства релейной защиты нового поколения, выполненные на базе микропроцессоров. Для «проталкивания» на рынок микропроцессорных устройств релейной защиты (МУРЗ) производители этих устройств, а также их многочисленные торговые представители проводят весьма активную рекламную кампанию, всячески восхваляя МУРЗ и принижая достоинства реле других типов. Основным тезисом этих рекламных компаний является утверждение о том, что МУРЗ обеспечивают очень высокую надежность релейной защиты в отличие от старых и сильно изношенных электромеханических реле, доживающих свой век. Вместе с тем, совершенно очевидно, что МУРЗ представляют собой сложные технические комплексы, состоящие из многих тысяч компонентов. Точно так, как и любые другие сложные электронные системы, они не могут не иметь недостатков и не могут обладать абсолютной надежностью, особенно если учесть совсем не «тепличные» условия работы МУРЗ в электрических сетях. Но, если это так, то, наверное, в технической литературе должно было быть достаточно много статей, рассматривающих технические проблемы микропроцессорных реле. Уважаемый читатель, а много ли статей, рассматривающих проблемы МУРЗ, ты читал? Весьма показательным является тот факт, что подавляющее большинство статей в технических журналах, посвященных МУРЗ, написано представителями компаний производителей МУРЗ и, естественно, направлено на их откровенное восхваление, а вовсе не на рассмотрение реальных проблем. Более того, поскольку эти же компании являются богатыми рекламодателями, щедро оплачивающими весьма значительные площади журнальных страниц, журналы крайне неохотно принимают к публикации статьи, посвященные критике продукции их рекламодателей, причем иногда даже не стесняясь откровенно заявлять об этом. Сложившаяся ситуация выглядит как некое табу, наложенное на обсуждение этой темы. А если одиночному автору и удастся случайно прорваться через этот «железный занавес», то на него обрушивается шквал весьма резкой критики, включающей личные выпады и даже не очень умные обвинения во всех грехах со стороны представителей предприятий-производителей МУРЗ. Так, например, после публикации одной из критических статей автора в журнале «Новости электротехники», руководитель российского ВНИИ Релестроения обвинил автора в попытке затормозить технический прогресс в России. Вот так, ни больше и не меньше!

**Целью нашей статьи** было рассмотрение «анатомии» микропроцессорных устройств релейной защиты (МУРЗ), хорошо известной разработчикам, но практически не известной специалистам-релейщикам. В своей статье мы хотели приоткрыть для релейщиков «железный занавес» и, на основе анализа внутренней структуры МУРЗ, показать, что весьма распространенное мнение о, якобы, исключительно высокой надежности МУРЗ является, в значительной степени, мифом, сформированным под воздействием интенсивных рекламных компаний. В ряде своих публикаций (а рецензируемая статья является частью этих публикаций) мы стремились показать, что к МУРЗ нельзя относиться как к некоей панацее, способной решить все проблемы релейной защиты. У них есть масса собственных проблем и недостатков, о которых должна быть осведомлена техническая общественность. Что касается рецензируемой статьи, то она вызвала большой интерес и на Западе. Статья была переведена на английский язык, опубликована в двух номерах журнала “Energize” и приобретена на хранение Британской библиотекой (каталожные номера: RN 230228232 -часть 1 и RN 234209851 - часть 2).

Как и следовало ожидать после публикации статьи, резкая критика со стороны представителя фирмы-производителя МУРЗ (а рецензент – О. Г. Захаров является менеджером известной в России компании «Механотроника», специализирующейся на производстве МУРЗ) не заставила себя долго ждать.

#### **Анализ рецензии.**

Сразу отметим, что не будем обращать внимание на чрезмерно эмоциональные и не уважительные выпады в адрес автора и не будем их комментировать, надеемся, что читатель сам оценит стиль изложения рецензента. Попробуем разобраться лишь в фактах и ссылках, приведенных рецензентом (см. выделенный текст)

#### **Рецензент:**

В журнале «Вести в электроэнергетике» помещена очередная статья В.И. Гуревича, в которой он «развеивает» миф о высокой надежности цифровых устройств релейной защиты, противопоставляя им по настоящему высоконадежные электромеханические и электронные реле защиты. Читателю, оценивающему корректность дальнейших рассуждений автора, хотелось бы здесь увидеть информацию о том, какая часть тяжелых аварий в энергосистемах была вызвана неправильными действиями релейной защиты на электромеханических реле, а какая - на цифровых устройствах релейной защиты. В этом случае можно было бы обоснованно судить о том, какая из видов защит (электромеханическая или микропроцессорная) имеет больший процент неправильных действий. Но автор вместо этого ограничивается не вызывающей возражений сакраментальной фразой «...от надежности релейной защиты во многом зависит надежность всей энергосистемы», предваряя её словом «поэтому», и неожиданно переходит от рассмотрения одного из свойств -правильности действия релейной защиты - к другому – надежности релейной защиты. Таким образом, происходит первая в статье откровенная подмена понятий, позволяющая «бросить» тень на критикуемые автором цифровые устройства релейной защиты, не приводя никаких объективных доказательств.

Как видно из приведенной цитаты рецензент сильно обиделся на автора статьи за его попытку «бросить тень на...цифровые устройства релейной защиты». Ну, действительно, как же можно «бросать тень» на священную корову?

Это типичный пример той самой позиции производителей, о которой упоминалось выше.

Рецензента, очевидно, так взволновала «брошенная автором тень» на его любимые МУРЗ, что он даже не заметил, что в тексте статьи приводятся интересующие его сведения о соотношении неправильных действий между защитами различных типов. Вот цитата из статьи:

*По данным статистики, представленным в работе [8], хорошо видно, что реле защиты на электронных элементах имеют втрое большую повреждаемость, чем электромеханические, а микропроцессорные – в 50 раз большую повреждаемость.*

Так что упрек рецензента в этой части абсолютно безоснователен. Как и безоснователен его упрек в «откровенной подмене понятий», при которой автор отождествляет «правильность действий» релейной защиты с ее «надежностью». Очевидно, рецензент считает, что, для «надежного» реле защиты вполне допустимы «неправильные действия». Увы, автор признается, что не разделяет этого убеждения рецензента и считает, что «правильность действия релейной защиты» является важнейшей составной частью понятия «надежность релейной защиты».

**Рецензент:**

Специалистам понятно, что сначала полупроводниковые, а затем и микропроцессорные устройства привлекли внимание разработчиков новых устройств релейной защиты по вполне понятным и достаточно прозаическим причинам - устройства на электромеханических реле не позволяют обеспечить выполнение технических требований, предъявляемых к релейной защите.

Это один из широко известных мифов, распространяемых производителями МУРЗ. В действительности, никаких новых функций в релейную защиту МУРЗ не привнесли, а параметры и возможности высококачественных электромеханических и полупроводниковых устройств релейной защиты полностью обеспечивают потребности релейной защиты. В релейной защите нет таких задач, которые нельзя было бы решить с помощью электромеханических или полупроводниковых реле. Свидетельством этому является тот факт, что развитые электрические сети и системы существуют и успешно функционируют во всем мире уже более ста лет, тогда как микропроцессорные защиты появились в эксплуатации в сколько-нибудь заметном количестве всего каких-то 10-15 лет тому назад.

Прогресс в развитии электромеханических реле был полностью остановлен 30-35 лет тому назад в связи с тем, что все усилия разработчиков были направлены на создание электронных, а затем и микропроцессорных защит. И дело здесь вовсе не каких-то принципиальных недостатках электромеханических реле и в их неспособности обеспечивать надежную защиту энергетических объектов, а совершенно в другом. Затраты на полностью роботизированное (вплоть до автоматического тестирования) производство МУРЗ из дешевых комплектующих 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 ([www.nec.mbit.ru](http://www.nec.mbit.ru)) предлагает контрактную сборку печатных плат с использованием современной технологии поверхностного монтажа со скоростью монтажа 50.000 компонентов в час. Да, да 50 тысяч компонентов в час! 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 механических реле. Именно в сфере производства, а не эксплуатации проявляется самое важное преимущество МУРЗ: сверхприбыль производителей. Апологеты скорейшего и повсеместно внедрения МУРЗ 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, поэтому широкое их использование можно только приветствовать. Кроме всего прочего, говоря о не микропроцессорных реле было бы правильно подразумевать не какие-то конкретные образцы реле, а общий принцип: не использование микропроцессоров и микросхемотехники в реле защиты. Сегодня прогресс в области новых материалов и новых компонентов позволяет построить реле защиты на совершенно новых принципах, к которым можно отнести, например, гибридные реле (см. Гуревич В. Гибридные герконо-полупроводниковые устройства - новое поколение реле защиты - "Проблемы энергетики", № 9-10, 2007). К сожалению, сегодня производителей МУРЗ, увлеченных все большим функциональным усложнением своих изделий, позволяющим не вкладывая значительных средств, увеличивать стоимость МУРЗ (или на протяжении многих лет не снижать их стоимость), уже практически не возможно заинтересовать какими-то альтернативными видами реле, не способными конкурировать в части прибыльности с МУРЗ.

#### Рецензент:

Широко используемые до сих пор реле частоты типов РЧ-1 и РЧ-2 имеют погрешность срабатывания не менее  $\pm 0,2$  Гц, в то же время, погрешность срабатывания микропроцессорных реле частоты не превышает  $\pm 0,01$  Гц. Поэтому вполне понятно, что с повышением требований к точности поддержания частоты в энергосистемах самое широкое распространение получили именно микропроцессорные реле.

При чем здесь реле РЧ-1 и РЧ-2, которые были разработаны 40 лет тому назад, а выпускаться начали в 1971 г.? Почему бы не сравнить современные МУРЗ с индукционным реле частоты на основе вращающегося диска, изобретенным Чарльзом Штейнмецом и поступившем в эксплуатацию в 1921г.? По-видимому, рецензент даже не подозревает, что в мире существуют гораздо более удачные варианты реле частоты, чем РЧ-1 и РЧ-2. К примеру, статическое реле на дискретных полупроводниковых элементах типа FCX103, выпущенное компанией ВВС одновременно с началом выпуска реле серии РЧ. Это реле имеет погрешность срабатывания  $\pm 0.03$  Гц, то есть на порядок выше, чем реле РЧ, и до сих пор успешно эксплуатируется в электрических сетях по всему миру. К сведению рецензента, современные микропроцессорные реле частоты ведущих Западных компаний-производителей уже давно имеют точность не 0.01 Гц, а 0.005 Гц. А теперь вопрос: кому нужна такая точность и как ее можно реализовать на практике?

**Рецензент:**

В литературе можно найти такую характеристику широко распространенных до сих пор реле типа РТ-40: «Подвеска подвижной системы не рассчитана на длительное пребывание при токе, превышающем ток срабатывания реле и вызывающем вибрацию якоря. В связи с этим использование реле РТ-40 ... в цепях, длительно находящихся под током, нежелательно, это вызывает повышенный износ контактов». В то же время современные микропроцессорные устройства, реализующую ту или иную токовую защиту, рассчитаны на длительное протекание тока, достигающего трёхкратного номинального значения. Протекание такого тока не приводит к изменению характеристик устройства. Поэтому, вопреки мнению автора, переход на микропроцессорные устройства вызван вполне понятными причинами – появлением новых требований, выполнение которых невозможно с помощью электромеханических реле.

Опять все те же «грабли»... Ну при чем здесь реле РТ-40? Во-первых, это реле максимального тока, которое вовсе не обязано длительно работать под током, это не входит в его функции. Какой смысл говорить о ненадежной работе реле в режиме, на который оно вообще не рассчитано? А о каких таких «новых требованиях» к релейной защите пишет рецензент? О том, что реле максимального тока обязано длительно работать под током трехкратно превышающем его ток срабатывания? Вот уж, действительно новое, а главное никому не известное ранее требование к реле максимального тока!

Но основная проблема даже не в этих экстравагантных выводах рецензента, а в том, что для доказательства преимуществ современных многофункциональных МУРЗ он выбирает в качестве базы для сравнения простейшие, сильно устаревшие однофункциональные электромеханические реле. Чтобы понять всю абсурдность такого сравнения достаточно вспомнить, что реле РТ-40 – это легкая модификация реле ЭТ-520, разработанного в СССР более 50 лет тому назад. Его конструкция была «заимствована» российскими конструкторами с реле фирмы Сименс, которое производилось в 30-х годах прошлого века. А реле РТ-80 – это практически точная копия реле типа RIK, выпускавшееся Шведской фирмой ASEA в тех же 30 годах. Чего же можно ожидать от конструкций, разработанных 80 лет тому назад и произведенных к тому же, советской не военной промышленностью из крайне не качественных материалов? Как вообще могла возникнуть мысль сравнивать эти достаточно примитивные устройства, с современными изделиями, произведенными с использованием новейших технологий? Во всяком случае, автору (в отличие от рецензента) такая мысль никогда не приходила в голову. Критикуемая статья посвящена проблемам надежности МУРЗ, а не сравнению их с реле РТ-40 или РТ-80. Но, раз уж мы затронули эту тему, хотелось бы отметить, что проблема российских оппонентов, критикующих автора, заключается в их очень ограниченном знании электромеханических реле. По существу, ничего, кроме РТ-40 и РТ-80 им не известно. Когда же я упоминаю электромеханические реле, то я имею в виду лучшие образцы ведущих мировых компаний производителей, таких как: General Electric, ABB, Siemens, которые я собственными руками проверял, настраивал и ремонтировал. Я уверяю рецензента в том, что если бы ему удалось своими собственными руками «пощупать» такой, например, шедевр релестроения, как электромеханическое трехступенчатое реле дистанционной защиты LZ-31 или аналогичные ему после 40 лет эксплуатации не просто в субтропическом, а в морском субтропическом (то есть с воздействием солевого тумана) климате Израиля, то они, несомненно, изменили бы свое мнение об электромеханических реле. Кстати, у нас еще во многих местах эти реле защищают многие ответственные линии напряжением 160 кВ, наравне с микропроцессорными реле.

**Рецензент:**

Читая статью, постоянно наталкиваешься на разного рода противоречия. Вот так фраза, помещенная несколькими строчками ранее, либо противоречит следующей за ней фразе, либо не имеет к ней никакого отношения. Например, на с. 29 читаем: «С одной стороны, находящиеся десятки лет в эксплуатации ЭМЗ на сегодняшний день сильно износились и устарели и поэтому вызывают справедливое недовольство обслуживающего персонала. С другой стороны, демонтаж ЭМЗ и переход на микропроцессорные реле защиты на действующих объектах электроэнергетики связан с необходимостью инвестирования значительных денежных средств, причем не только на приобретение МУРЗ, компьютеров и специального дорогостоящего тестового оборудования, на замену вышедших из строя и не подлежащих ремонту весьма дорогостоящих блоков МУРЗ»

Увы, наше восприятие, очевидно, слишком сильно отличается от восприятия рецензента, поскольку мы не нашли в процитированном отрывке никаких противоречий.

**Рецензент:**

Читателю не сообщают, какое отношение недовольство обслуживающего персонала устаревшими ЭМЗ, имеет к переходу на микропроцессорные реле защиты.

Автор не считал, нужным «сообщать читателям» о существующих проблемах в области релейной защиты. По мнению автора, читатели и сами прекрасно понимают, что нормированные сроки эксплуатации электромеханических реле в странах бывшего СССР уже давно исчерпаны, многие из них находятся в весьма плачевном состоянии и эксплуатационному персоналу приходится предпринимать героические усилия для поддержания работоспособности релейной защиты. В такой ситуации переход на МУРЗ – это единственный вариант, у которого просто нет альтернативы из-за диктата производителей (см. выше). Сегодня на рынке просто не существует электромеханических реле защиты, разработанных с использованием современных материалов и технологий, а все ведущие производители реле защиты полностью перешли на производство исключительно МУРЗ.

**Рецензент:**

Вопреки мнению автора, большинство «блоков МУРЗ» как зарубежного, так и отечественного производства, вполне ремонтпригодно, даже в условиях эксплуатирующей организации, так как многие «блоки МУРЗ» собраны из быстросъемных модулей. Затраты времени на диагностику микропроцессорного устройства защиты и замену в нём неисправного модуля не превышают 2 часов. Самое важное, что ремонт микропроцессорных устройств защиты методом замены модуля не предусматривает наличия у релейщика профессиональных навыков и умений, необходимых для специалистов по ремонту.

Автор статьи утверждал, что блоки (модули) МУРЗ выполнены на многослойных печатных платах с применением технологии поверхностного монтажа и поэтому являются неремонтпригодными, в то время как стоимость каждого такого блока-модуля весьма велика. В действительности, это очень болезненная проблема, к которой персонал, энергосистем должен быть готов.

Рецензент делает вид, что не понимает о чем идет речь и повторяет излюбленный рекламный тезис о том, что неисправный блок (модуль) МУРЗ можно быстро отыскать и легко и просто заменить. Как все хорошо и просто, почти как в известной песенке «Все хорошо, прекрасная маркиза!».

Рецензент, очевидно, считает, что выбросить в мусор такой блок стоимостью в одну четвертую- одну пятую стоимости всего МУРЗ и заменить его новым в случае выхода их строя какой-то копеечной детали внутри этого блока – дело совершенно правильное и логичное. Естественно, что с точки зрения рецензента,

как менеджера предприятия производителя таких блоков, такой с позволения сказать «ремонт» дело, безусловно, правильное, а главное, очень прибыльное. Но вот что скажут по этому поводу российские релейщики, когда один за другим начнут «сыпаться» эти не поддающиеся ремонту блоки и им придется изыскивать весьма существенные средства на приобретение новых блоков?

**Рецензент:**

Сказав о вызывающих справедливое недовольство персонала ЭМЗ и неремонтопригодных по его мнению МУРЗ, автор почему-то пишет: «Значительные капиталовложения потребуются также и на реконструкцию системы заземления подстанции...»

Что должна означать сакраментальная фраза рецензента: «автор почему-то пишет», нам не очень понятна. Отметим лишь, что, мнение о непригодности системы заземления, существующей на многих старых подстанциях, к эксплуатации МУРЗ, а также не соответствие электромагнитной обстановки на многих подстанциях требованиям, предъявляемым к условиям эксплуатации МУРЗ, не принадлежит автору статьи. Это мнение многих известных российских специалистов в этой области, на которых автор статьи лишь ссылался:

- Борисов Р. *Невнимание к проблеме ЭМС может обернуться катастрофой* // *Новости электротехники.* – 2001. – № 6(12).

- Матвеев М. *Электромагнитная обстановка на объектах определяет ЭМС цифровой аппаратуры* // *Новости электротехники.* – 2002. – № 1(13).

Судя по реакции рецензента: «Автор, как и многие другие, разделяет миф...» ему хорошо известно, что такое мнение существует у многих специалистов.

**Рецензент:**

Ни один из разработчиков и производителей не связывает надежность микропроцессорных устройств с наличием или отсутствием в них «**подвижных частей**».

На самом деле это не так. Именно отсутствие подвижных частей в микропроцессорных реле является самым часто упоминаемым тезисом во всех рекламных публикациях, описывающих преимущества микропроцессорных реле перед электромеханическими и их якобы более высокую надежность.

**Рецензент**

Если тезис о старении изоляции, как причине отказов, не вызывает сомнений, то повреждение изоляции в результате её **истирания** требует пояснений. Читателю было бы интересно узнать, каким образом и какая часть изоляции истирается при работе реле? Истирается настолько, что происходит отказ реле. В известной литературе по поиску дефектов в реле и ремонту релейной аппаратуры нет ни слова о таком дефекте, как **истирание** изоляции реле.

Ерничание рецензента по поводу термина «истирание изоляции» показывает лишь его недостаточную осведомленность в рассматриваемом вопросе.

Хорошо известно, что на срок службы изоляции проводов сильно влияют различные механические повреждения, возникающие при вибрации, при недостаточных радиусах изгибов проводов, при колебаниях температуры. Механические повреждения изоляции проводов происходят также в процессе изготовления реле: при протягивании изолированных проводов через металлические части конструкции. Известны также микроповреждения эмали обмоточных проводов в процессе скоростной механизированной намотки катушек

(*истирание изоляции*). Эти повреждения, как правило, не обнаруживаются при проверках изоляции готовых реле на предприятии-производителе. Однако, изоляция эмалированных проводов, которыми намотаны катушки электромеханических реле, подвергается в процессе эксплуатации дополнительному *истиранию* под действием вибрации в переменном магнитном поле сердечников, на которых они расположены, под действием удлинения и сжатия при изменении температуры. Совокупное воздействие всех этих факторов вместе с повышенной влажностью воздуха и является частой причиной серьезных повреждений изоляции. Думаю, рецензент будет сильно удивлен, узнав о существовании стандарта на *истирание изоляции*, который так и называется: «ГОСТ 14340.10-69. Провода эмалированные круглые. Методы испытания механической прочности *изоляции на истирание*».

#### Рецензент

Рассуждая о высыхании изоляции, автор дальше пишет «..Такие дефекты являются характерными для ЭМЗ российского производства и практически не встречаются в реле ведущих западных компаний...». Вопреки мнению автора, процесс высыхания изоляции зависит совсем от других причин, рассмотрение которых выходит за рамки данных заметок.

Во-первых, речь в статье идет не о высыхании изоляции, а о всем «наборе» дефектов, характерных для электромеханических реле российского производства.

Во-вторых, автор высоко ценит, конечно, патриотизм рецензента, уверенного в том, что качество реле не зависит от того, в какой стране его произвели. Автор, тем не менее, основываясь на личном опыте проверок и ремонта электромеханических реле защиты ведущих Западных фирм, утверждает, что качество применяемых изоляционных материалов и защитных покрытий, качество изготовления комплектующих элементов и качество сборки электромеханических реле российского производства намного ниже, чем реле, произведенных такими компаниями, как General Electric, Siemens, ASEA, BBC. И эта ситуация, увы, не зависит от того, согласен с ней рецензент или нет.

#### Рецензент

Дальнейшие рассуждения автора о «лёгкой» судьбе подвижных элементов ЭМЗ, пребывающих в неподвижном состоянии практически весь срок службы, и о «тяжелой» доле электронных компонентов, постоянно испытывающих воздействие «высокого рабочего напряжения (220-250 В), импульсов перенапряжений», исключают возможность сколько-нибудь серьезного технического комментария.

Ну, что же, если у рецензента не достает возможностей для «серьезного технического комментария», этой темы, то и мы не будем ее касаться.

#### Рецензент:

В конце этой части заметок нельзя не обратить внимание на то, что вопреки ошибочному мнению автора, существенное, многократное, повышение надежности источников питания, произошедшее именно после замены трансформаторных выпрямителей импульсными высокочастотными преобразователями, почувствовали все потребители бытовой и специальной техники.

Самоуверенность рецензента, берущегося так резко и беспощадно критиковать автора абсолютно по всем вопросам: от «истирания изоляции» до теории надежности и свойств импульсных источников питания, призвана, очевидно, вызывать у читателей чувство глубокого уважения к нему и свидетельствовать об объективности его выводов.

Действительность же не имеет никакого отношения к этим самоуверенным утверждениям рецензента. Современные импульсные источники питания, содержат

в сотни раз больше элементов, чем линейные (для которых рецензент придумал даже собственное название: «трансформаторные выпрямители»), и работают они в очень тяжелых режимах из-за высокой удельной энергоёмкости (мощность, приходящаяся на единицу объема источника). Уже просто на основании теории надежности такие источники питания не могут быть более надежными, чем простые линейные. Основное преимущество импульсных источников питания заключается в их малых массогабаритных показателях и высоком к.п.д. (то есть в эффективном расходовании энергии внешнего источника, от которого они получают питание). Именно эти показатели, а вовсе не повышенная надежность являются определяющим при использовании их в малогабаритной бытовой аппаратуре, а также в бортовой и возимой военной аппаратуре (см. Гуревич В.И. Вторичные источники электропитания: анатомия и опыт применения. – «Электротехнический рынок», № 1, 2009). Импульсные источники питания, применяемые в МУРЗ даже ведущих Западных компаний, являются одним из самых ненадежных узлов МУРЗ и доставляют немало головной боли эксплуатационникам.

**Рецензент:**

По данным одного из отечественных производителей микропроцессорных устройств релейной защиты претензии к электромеханическим реле составили 5,3 % от общего количества претензий к работе устройств. Необходимо отметить, что почти треть из этих претензий вызвана подачей на размыкающий контакт реле тока, превышающего допустимое значение, т.е. не связана с надежностью электромеханических реле, а вызвана нарушением условий эксплуатации.

Как показано в исследованиях, выполненных ранее автором, миниатюрные электромеханические реле, используемые в МУРЗ в качестве выходных элементов, не соответствуют реальным условиям эксплуатации и являются элементами, снижающими общую надежность МУРЗ. В статье имеется ссылка на публикации автора по этой теме. Рецензент, к сожалению, не потрудился прочитать даже статью на эту тему, представленную автором на данном сайте.

**Рецензент:**

Утверждая далее, что «Дискретные электронные элементы имеют гораздо более высокую устойчивость к перенапряжениям и другим неблагоприятным воздействиям, чем интегральные микросхемы», автор не говорит, о каких «*других неблагоприятных воздействиях*» идёт речь. Для подтверждения же своего тезиса автор даёт ссылку не на официальные данные изготовителей о надежности тех или иных микросхем и дискретных электронных элементов, а на статью.

Рецензент просто лукавит, когда пишет: «автор не говорит, о каких других неблагоприятных воздействиях идёт речь». В рецензируемой статье много места уделено подробному рассмотрению этих самых неблагоприятных воздействий. Рецензент лукавит, когда говорит, что автор ссылается на какую-то статью, обсуждая вопрос о более высокой надежности дискретных элементов, по сравнению с интегральными микросхемами. На самом деле, это не статья, а книга объемом 420 стр., изданная крупнейшим американским издательством научно-технической литературы. А ссылаться на официальные данные изготовителей о надежности микросхем просто не имеет смысла, так как в официальных данных представлена надежность для строго оговоренных условий эксплуатации, а вовсе не для работы при воздействии многочисленных неблагоприятных факторов, о которых шла речь в статье.

**Рецензент:**

Руководящий документ однозначно фиксирует назначение системы самодиагностики – **повышение ремонтпригодности**. И всё. Ни о какой **повышенной надежности** устройств с системой самодиагностики там речи нет. Кстати, в стандарте к термину «Ремонтопригодность» есть такой комментарий: «Допускается дополнительно к термину «ремонтопригодность» (в узком смысле) применять термины... «приспособленность к диагностированию». Интересно, что рядовые пользователи систем самодиагностики вполне адекватно оценивают назначение такой системы и не приписывают ей свойств повышать надежность электрооборудования. Из приведенных определений однозначно следует, что все дальнейшие рассуждения автора на стр. 31, 32 и 33 рассматриваемой статьи не имеют никакого отношения к самодиагностике, с помощью которой повышают **ремонтпригодность**. Надежность повышают другими методами и способами.

Во-первых, рецензент глубоко ошибается, утверждая, что ремонтпригодность никак не связана с надежностью. Для того, чтобы убедиться в этом достаточно прочесть стандарт ГОСТ 27883-88, в котором написано: *«Надежность изделий обуславливается безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью, долговечностью».*

Во-вторых, никаких комментариев к термину «ремонтпригодность», позволяющих расширительно его трактовать, в стандарте «ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения», на который ссылается рецензент, нет. Стандарт этот доступен для свободного просмотра в сети Интернет и читатели могут сами в этом убедиться (см. например, <http://www.pntd.ru/27.002.htm>).

**Рецензент:**

**И что же в результате?** Автор поочередно и вполне успешно разоблачил все придуманные им мифы.

В этом высказывании рецензента закралась одна маленькая опечатка: лишнее местоимение «им», ведь это не автор придумывал мифы, а рекламные агенты производителей МУРЗ.

В заключение хотелось бы процитировать известного в мире специалиста в области МУРЗ, бывшего ведущего специалиста ВНИИ Релестроения, долгое время работавшего в компании Siemens, доктора техн. наук, проф. Э. М. Шнеерсона, который в своей монографии «Цифровая релейная защита» (Энергоатомиздат, 2007) на стр. 491 пишет:

*«Само по себе повышение технического уровня УРЗ не обязательно ведет к повышению эффективности в части реагирования на возникающие повреждения. Так, например, устаревшие к настоящему времени электромеханические и отчасти электронные статические УРЗ при правильном выборе защитных функций и уставок безусловно обеспечат более эффективную защиту сети, чем микропроцессорные УРЗ без достаточно обоснованного выбора указанных параметров»*

И далее, на стр. 508:

*«Как показывает практика, процент неправильных действий, связанных с использованием цифровых МУР, на первоначальном этапе существенно не уменьшается, а в ряде случаев даже возрастает».*

И в заключение, на стр. 522:

*«...несмотря на существенно более высокое техническое совершенство цифровых УРЗ их реальная эксплуатационная эффективность, особенно на первоначальных этапах, оказывается ниже, чем у защит предыдущих поколений».*

Нам нечего добавить к этим высказываниям известного специалиста в области микропроцессорных УРЗ.

## **P. S.**



Недавно я был на одной из наших подстанций и специально для ответа рецензенту сделал мобильником фото панели релейной защиты с установленными параллельно электромеханическими реле дистанционной защиты LZ31 (вверху), упоминаемым в статье, которому уже 30 лет отроду и новейшими микропроцессорными устройствами дистанционной защиты MiCOM P437, фирмы AREVA (внизу).

Именно по такому сценарию, то есть дублированием микропроцессорных защит старыми добрыми электромеханическими реле, хорошо зарекомендовавшими себя на протяжении десятков лет эксплуатации, выполняются у нас защиты многих ответственных линий электропередачи напряжением 160 кВ. Это говорит о высокой степени доверия к высококачественным электромеханическим защитам. Кстати, по статистике, в большинстве аварийных ситуаций, требующих быстрого отключения линий, первыми срабатывают именно электромеханические защиты, не требующие, в отличие от микропроцессорных, длительного времени на обработку информации в случае сложного аварийного режима.

**Владимир Гуревич**  
канд. техн. наук, почетный профессор,  
нач. сектора Центральной лаборатории  
Электрической компании Израиля,  
эксперт комитета ТС-94 Международной  
электротехнической комиссии (МЭК)