

## Кривые ITIC (СВЕМА) и защита электрооборудования от скачков и провалов напряжения

Повсеместное внедрение компьютерной техники высветило проблему провалов напряжения (и заодно почти все проблемы качества электроэнергии (КЭ)), и на заре компьютерной эры требовалось много усилий для обеспечения их непрерывного безотказного функционирования из-за необъяснимого тогда множества случайных отказов. Методом проб и ошибок были созданы так называемые кривые СВЕМА (Computer and Business Equipment Manufacturers Association), после некоторых корректировок, ныне известные как кривые ITIC (Information Technology Industry Council) (рис. 1), а ее варианты включены в стандарты IEEE 446 ANSI.

Кривая ITIC описывает способность оборудования выдерживать отклонения напряжения питания от номинального, в зависимости от амплитуды и длительности этих отклонений. Интервал длительности события в части отклонения значения напряжения от номинала между двумя сходящимися кривыми (зелёная область) образует сегмент, в пределах которого при соответствующих отклонениях от номинального напряжения в течение определенного интервала времени электронное оборудование должно функционировать непрерывно и без сбоев.

Красные линии показывают максимальное и минимальное напряжение, не приводящее к сбою в работе оборудования по отношению к времени отклонения. К примеру, для оборудования обработки данных допускается повышенное напряжение, в 5 раз превышающее номинальное на протяжении 100 мкс, но только 20% повышенного значения напряжения на протяжении 10 мс. Что касается пониженного напряжения, полная потеря электроснабжения допускается на протяжении промежутка времени до 20мс (один цикл), но для 100мс минимальное напряжение должно составлять не менее 70% от номинального значения.

Кривая изначально была создана для того, чтобы помочь пользователям различного электронного оборудования решить споры и проблемы, связанные с качеством электроэнергии, с поставщиками электричества. После введения некоторых стандартных требований применительно к оборудованию стало гораздо легче определять путем местных замеров, было ли качество электроэнергии допустимым или нет.

Иными словами, пока отклонения сетевого напряжения по амплитуде и времени укладываются в зелёную область между кривой ITIC – оборудованию (хочется верить) ничего не угрожает. Отсюда напрашивается вывод; – для обеспечения сохранности электронного оборудования при возмущениях сетевого напряжения устройство защиты должно иметь аналогичную характеристику. Это значит, что при выходе сетевого напряжения за пределы зелёной области кривой ITIC – либо пытаться поддерживать напряжение в допустимых пределах (стабилизаторы напряжения, UPS), либо ограничивать его до безопасных величин (УЗИП), либо отключать электронное оборудование от сети (устройства на основе реле контроля напряжения).

В идеале такие кривые должны бы описывать фактические показатели сети, а производители электронной техники подстраиваться под такие фактические данные. Проблема в том, что, если оборудование большинства производителей действительно укладывается в эти требования, то этого нельзя сказать о фактических показателях качества электроэнергии в наших электросетях.

Исходя из этих соображений можно построить предполагаемую кривую защиты «идеального» защитного устройства (см. рис. 2). При выходе сетевого напряжения за синюю линию устройство должно или ограничивать напряжение, или отключать все электропотребители от сети.

Но эти соображения будут справедливы для электрических сетей, с «европейским» качеством электроэнергии. На практике, многие российские потребители электроэнергии получают её с большими отклонениями от стандартных 220В плюс минус 10%.

Реально на территории нашей страны приходилось встречаться с напряжением в розетке от 150 до 255В в течении длительного времени. При этом потребитель ничего с этим поделать не может и вынужден пользоваться этим электричеством на свой страх и риск.

При 255В уменьшается срок службы почти всего электронного и электрооборудования. В первую очередь перегорают лампы накаливания. При этом оборудование не выходит из строя даже при кратковременных скачках напряжения до 270В. Это напряжение можно принять крайним верхним пороговым напряжением для защитного устройства. Время срабатывания, для исключения ложных срабатываний, должно быть не менее 0.2 секунд, но и не более 0.5 секунд. Но при некоторых видах аварий на линии (например - обрыв нуля на вводе в многоквартирный дом) в розетке потребителя может оказаться скачком напряжение до 300-400В. В этих случаях устройство защиты должно отключать потребителей электроэнергии мгновенно. Но любому электромеханическому устройству коммутации требуется некоторое время на переключение. Как правило это 10-30мс.

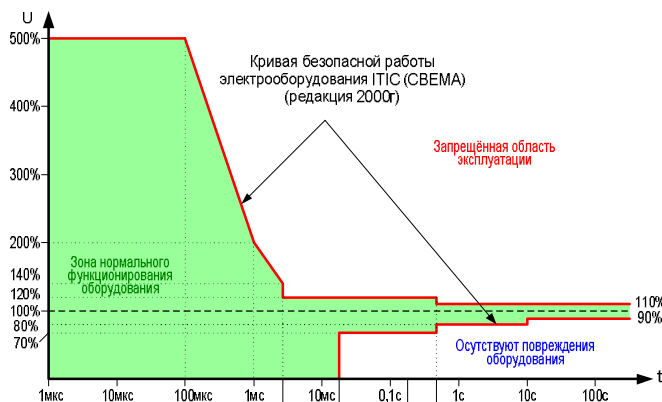


Рис. 1. Кривая терпимости электрооборудования к отклонениям сетевого напряжения в зависимости от времени воздействия.

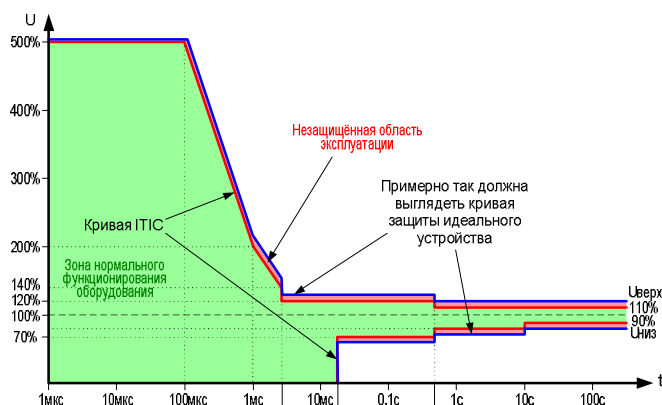


Рис. 2. Предполагаемая характеристика «идеального» устройства защиты

Помочь здесь может мощный варистор, встроенный в устройство защиты. Польза от него тройная:

- Будучи установленным в вводном квартирном щитке он блокирует мощные высоковольтные импульсы на входе в квартиру, не пропуская их блуждать по всей квартирной проводке.
- При длительных скачках напряжения он ограничивает напряжение на относительно безопасном уровне до срабатывания электромеханического реле (15-20мс).
- Защищает само устройство защиты (его электронику) от воздействия импульсов высокого напряжения

Фактически он выполняет функции устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), т.е. обеспечивает защиту по III классу, согласно ГОСТ Р 51992 (класс D по европейской классификации). Но в квартиру должно подаваться уже "чистое" сетевое напряжение. Т.е. предполагается, что УЗИП уже стоит где-то на вводе. Поэтому этот варистор выполняет вспомогательную функцию и на него не могут воздействовать мощные импульсы, вызванные грозовыми разрядами и поэтому, он не разрушается со временем и не требует замены.

А какие проблемы могут быть у потребителя электроэнергии при пониженном напряжении? При 150-160В холодильники гудят, греются и не дают холода, а при длительной эксплуатации выходят из строя. Такая же проблема с кондиционерами. Практика показывает, что при снижении напряжения до 160-170В бытовые приборы сохраняют работоспособность, ниже - начинаются проблемы. Для «проглатывания» провалов напряжения вызванных пуском мощных электродвигателей (например циркулярная пила - 2-3кВ при включении может просаживать напряжение до 150-170В) на время разгона (1-10 секунд), но это не повод отключать всех потребителей. Время реакции устройства на снижение напряжения должно быть не менее 10-20 секунд.

А что делать если произошло короткое замыкание, а автомат не отключился (или стоял «жучок»)? - При снижении напряжения ниже 110-130В отключение должно происходить максимально быстро, без задержки. Все эти соображения были использованы при разработке устройств защиты нового поколения УЗМ-50 и УЗМ-51.

Сейчас на рынке появилось много дешёвых китайских устройств защиты. Например 3SL15 (ф. Sassin, Китай), HDP-40 (ф. Changxin Electronic, Китай), АЗМ (ф. Ресанта, Производство-Китай). Выполнены они все по одной аналоговой схеме на операционных усилителях и измеряют только выпрямленное амплитудное значение сетевого напряжения. Как правило, они выпускаются на токи нагрузки 20, 30 и 40А.

Надёжность этих реле, не поддаётся никакой критике. Так в устройстве защиты 3SL15 (ф.Sassin, Китай) в партии несколько тысяч штук, при заявленном токе нагрузки 40А, мы обнаружили электромагнитное реле на ток 30А. При напряжении в сети более 280В им самим требуется защита - их электроника не рассчитана на такие напряжения. Напряжение порогов срабатывания не стабильно и сильно зависит от температуры. При токах близких к максимальным заявленным наблюдается сильное нагревание корпуса и клемм. У этих приборов очень большой процент отказов. Примерная кривая защиты относительно графика ИТЭС, обеспечиваемая этими устройствами приведена на рис. 2.

Из рисунка видно, что при скачках напряжения длительностью менее 6 секунд (от 1 до 6 секунд по паспортным данным) нагрузка остаётся под воздействием опасного напряжения. Задержка включения этих устройств - 1...3 минуты.

Для справки ниже на рис. 3...8 приведены (без комментариев) характеристики срабатывания относительно графика ИТЭС, построенные на основе заявленных паспортных данных, других устройств защиты присутствующих на нашем рынке.

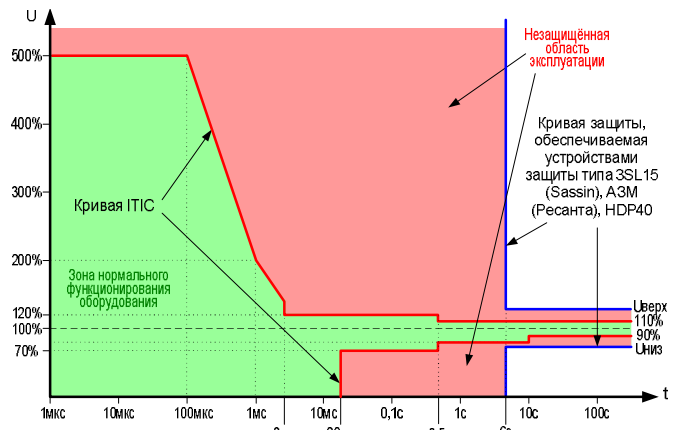


Рис. 3. Характеристики срабатывания реле защиты 3SL15 (ф.Sassin, Китай), HDP-40, АЗМ (Ресанта)

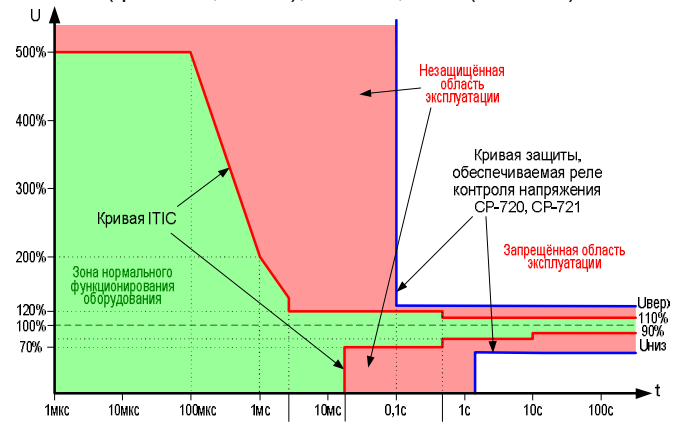
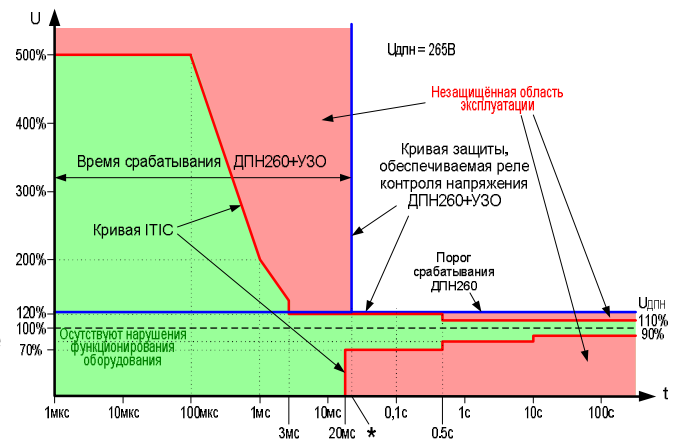


Рис. 4. Характеристики срабатывания реле контроля напряжения CP-720 и CP-721 ф. FIF (Польша-Беларусь)



\* - Время срабатывания ДПН260+УЗО зависит от времени срабатывания УЗО

Рис. 5. Характеристики срабатывания ДПН260+УЗО

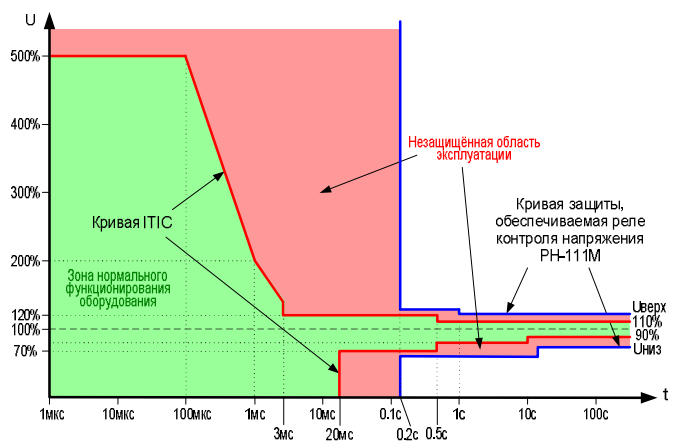


Рис. 6. Характеристики срабатывания реле контроля напряжения РН-111М

Инженерами ЗАО МЕАНДР (г. Санкт Петербург) разработаны и запущены в серийное производство устройства защиты нового поколения - УЗМ-50 и УЗМ-51 (далее - устройство) логика работы которых максимально приближена к кривой терпимости электрооборудования ИТЭС (см. рис. 9 и 10).

Устройство УЗМ-50 имеет оптимально подобранные фиксированные пороги Уверх - 270В и Униз - 170В.

УЗМ-51, благодаря наличию регулируемых порогов Уверх - 242-286В (+10...30%) и Униз - 154-198В (-30...10%), можно точно настроить по границам кривой ИТЭС или под локальные особенности электроснабжения.

Также, обе модели имеют фиксированные пороги ускоренного отключения; +35 и -40%. При выходе напряжения за эти пороги напряжение отключается практически мгновенно, всего за 15-25мс.

Встроенный мощный варистор обеспечивает защиту по III классу, согласно ГОСТ Р 51992 (класс D по европейской классификации).

Красным цветом на рисунке выделена незащищённая область. Линии защиты УЗМ-50 и УЗМ-51 хорошо согласуются с кривой ИТЭС, а на интервале до 1мс даже лучше (уровень ограничения напряжения 250% вместо 500%).

Максимальный ток коммутации этих устройств защиты - 80А. Задержка включения этих устройств - 6 минут, что обеспечивает гарантированно безопасный пуск холодильников, кондиционеров и компрессоров при повторном включении. Имеется возможность ручного включения и отключения нагрузки.

Устройство предназначено для установки в квартирные щитки жилых домов или вводные шкафы в офисах, цехах и пр. и выполнено в модульном исполнении с креплением на стандартную DIN-рейку 35мм, что позволяет установить его в любом электрощкафу. Корпус прибора выполнен из пластика, не поддерживающего горение, что полностью исключает самовозгорание в случае разрушения встроенного варистора от мощного броска тока. Для проверки работоспособности изделия на лицевой панели прибора имеется кнопка «ТЕСТ». Надёжность устройства обеспечивается применением специально разработанного для него высокоскоростного бистабильного реле с контактами на ток 80А, большим запасом по параметрам всех электронных компонентов, малым энергопотреблением (<5мА) и большим запасом по напряжению питания (440В).

Использованные материалы:

1. ITIC (CBEMA) CURVE APPLICATION NOTE - <http://www.itic.org/clientuploads/Oct2000Curve.pdf>
2. Reliability News - <http://www.dranetz-bmi.com/newsletter/1-2004/report.cfm#news>
3. A Curve By Any Other Name Is Still a Curve - [http://ecmweb.com/powerquality/electric\\_curve\\_name\\_curve/#container](http://ecmweb.com/powerquality/electric_curve_name_curve/#container)
4. Effects of Voltage Sags on Loads in a Distribution System - PSERC Publication 05-63, October 2005.
5. Техническая документация фирм производителей; - Sassin, Changxin Electronic, FiF, Ресанта, Новатек-электро, Блеск-НВФ, DS Electronics, МЕАНДР.

Главный конструктор ЗАО МЕАНДР  
Васин Е.Н.

[vasin@meandr.ru](mailto:vasin@meandr.ru)  
[www.meandr.ru](http://www.meandr.ru)

15.08.2009г

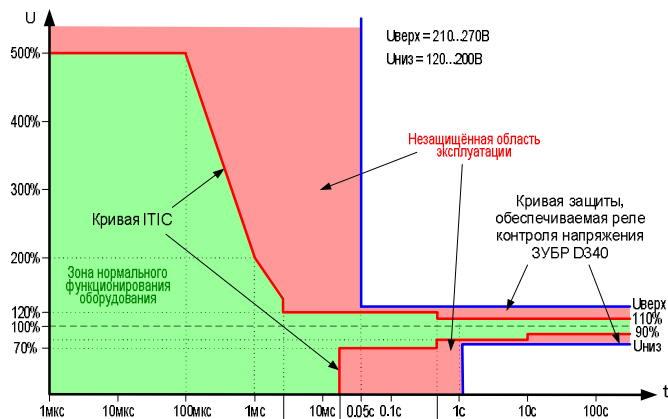


Рис. 7. Кривые защиты ЗУБР D340

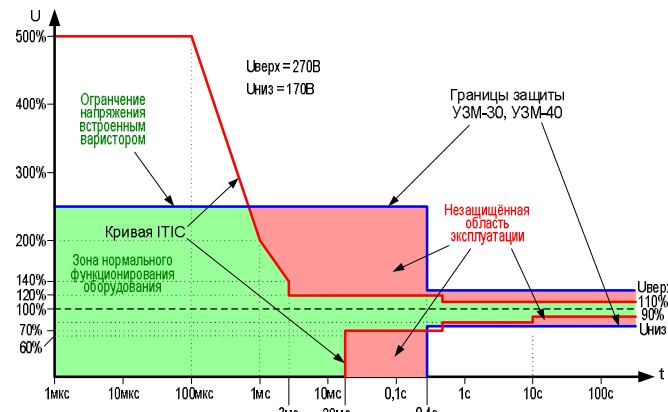


Рис. 8. Кривые защиты УЗМ-30, УЗМ-40

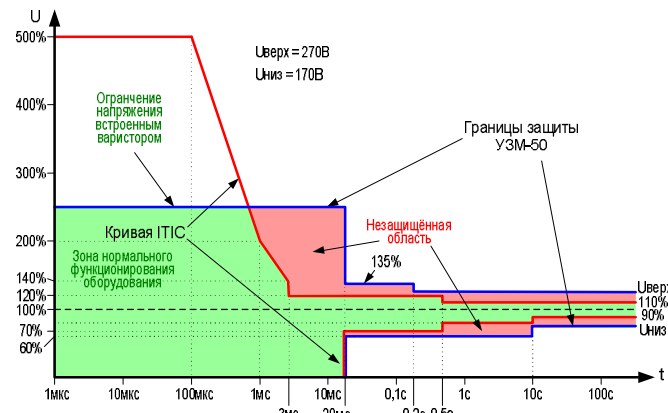


Рис. 9. Кривые защиты УЗМ-50

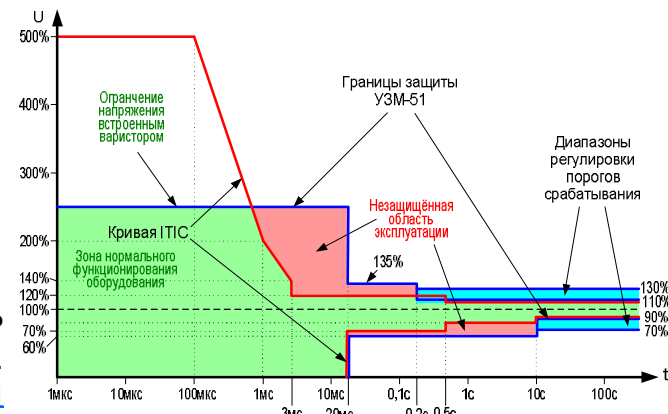


Рис. 10. Кривые защиты УЗМ-51