

# НЕКОТОРЫЕ ЧАСТНЫЕ ВОПРОСЫ ЖИВУЧЕСТИ СПС ИЗОЛЯТОРЫ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

**А. Зайцев**

научный редактор журнала  
«Алгоритм безопасности»

*Общие вопросы живучести СПС мною были подробно рассмотрены и опубликованы в журнале в цикле статей [1]. И совсем недавно, также на страницах нашего журнала, была размещена статья, но уже на частную тему живучести СПС, которая касалась зонирования этих систем [2].*

*Продолжая тему живучести СПС, в данном материале хотелось бы рассмотреть другую частную тему, посвященную изоляторам короткого замыкания (ИКЗ). Их использование действующими отечественными нормами не регламентировано. Про них вроде бы все и знают, но практически никогда и нигде не применяют. О расчетах нагрузочной способности на один ИКЗ никто не слышал, так и о таком параметре, как максимальное время восстановления СПС после выявления и устранения отказов в шлейфе по причине короткого замыкания в них.*

## **ВЛИЯНИЕ ОТКАЗОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПС. ЖИВУЧЕСТЬ**

В зарубежных нормах по пожарной сигнализации помимо вопроса о возможном отказе при единичном выходе из строя любой линии связи не более 32 автоматических извещателей, стоит еще вопрос о нарушении по этой же причине не более одной функции при срабатывании ручных извещателей, звуковых оповещателей и устройств ввода/вывода. Вплоть до того, что если в автоматическом пожарном извещателе предусмотрен еще и встроенный оповещатель, то в этом корпусе должен находиться изолятор короткого замыкания, как в ручных пожарных извещателях и модулях ввода/вывода.

Т.е. любое единичное повреждение любой линии связи не должно приводить к отказу более чем одной зоны контроля пожарной сигнализации или одного ручного пожарного извещателя, или одного модуля ввода/вывода.

Чем это достигается? Организацией кольцевых ШС с извещателями и использованием технических средств для изоляции поврежденных участков, в качестве которых выступают изоляторы коротких замыканий (ИКЗ). В итоге каждая зона контроля пожарной сигнализации, а в ней по зарубежным нормам не должно быть более 32 автоматических пожарных извещателей, должна быть изолирована с помощью ИКЗ с обеих сторон так, чтобы короткое замыкание с любой из сторон не привело к отказу более чем одной такой зоны.

В редакции EN 54-2 от 2006 года «Приборы приемно-контрольные» содержание

пунктов 12.5.2. и 12.5.3 про отключение не более 32 автоматических пожарных извещателей при единичном повреждении любой линии связи отсутствует, так как оно перенесено в совсем другой документ – EN 54 часть 14. А в новой редакции EN 54-2 появляется абсолютно новое их наполнение. В них предусматривается, что используемые технические средства для ограничения последствий от короткого замыкания или обрыва должны обеспечить восстановление нормального функционирования системы за время не более 300 секунд. И это относится не только к устройствам шлейфа сигнализации, но и к компонентам ППКП, за исключением той одной функции, отказ которой допускается при единичном отказе любой линии связи.

И вот в рамках этого требования появляются настоятельные рекомендации использования на всех уровнях системы кольцевых линий связи, независимого питания всех устройств с обоих концов этих кольцевых линий связи, а также использования устройств, способных автоматически изолировать короткое замыкание.

Таким образом, объединение как отдельных компонентов блочно-модульных приборов, так и объединение приборов между собой, не говоря уже о ШС с количеством автоматических извещателей более 32-х, по европейским нормам допускается только с использованием кольцевых интерфейсов с защитой от коротких замыканий.

К сожалению, против этого выступают большинство отечественных специалистов – как разработчиков, так и installаторов. Они это считают ненужным излишеством, ведущим только к удорожанию СПС.

И вот эти 300 секунд на восстановление системы после обнаружения короткого замыкания у меня надолго задержались в голове. Казалось бы, при коротком замыкании два соседних с ним ИКЗ должны просто отключить данный участок и продолжать свою работу. До недавнего времени у меня в этом не было никаких сомнений, также как и у большинства моих коллег. И тут потребовалось провести некоторые практические эксперименты и попробовать разобраться поглубже.

### ПРО СИЛОВЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Предлагаю провести такой эксперимент.

Соединить последовательно друг за другом короткими проводами десяток автоматических выключателей одного производителя с разным порогом отключения и раз десять смоделировать короткое замыкание в цепи 220 В, каждый раз восстанавливая включенное состояние сработавшего автоматического выключателя.

Интересно, какой автоматический выключатель будет срабатывать первым. Неужели самый близкий к короткозамкнутому участку линии? Возможно, но вряд ли. А может тот, который ближе всех к источнику напряжения? Сомнительно. А может тот, у которого самый малый ток отсечки? Опять же нет. При большом количестве экспериментов вероятность срабатывания у всех этих автоматических выключателей будет практически одинаковая. Более того, довольно часто они будут срабатывать сразу по несколько штук, т.е. группой.

Если же для данного эксперимента использовать автоматические выключатели разных производителей, то картина может несколько измениться. Связано это с разным временем реакции, т.е. имеющейся механической инерционностью.

Главное при проведении эксперимента – не вывести всю электропроводку дома из строя.

Точно такая же картина и с ИКЗ в СПС. Если электрические автоматические выключатели срабатывают от превышения тока, то ИКЗ срабатывают при понижении ниже установленного порога напряжения в линии. Выпускаются еще ИКЗ с защитой по току, точно также как и автоматические выключатели. В адресном шлейфе напряжение во всех его точках одинаково, инерционность у всех ИКЗ, стоящих в этом шлейфе, тоже одинаковая. Так почему должны срабатывать именно те ИКЗ, которые стоят ближе всех в точке с коротким замыканием, их производители этому могут научить?

В подобном случае вполне можно допустить исключение из работы гораздо больших участков адресного шлейфа сигнализации, чем это требуется для изоляции короткого замыкания в линии. И к чему это приведет? Нужно проверить.

### ЭКСПЕРИМЕНТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИКЗ

По моей просьбе, чтобы проверить некоторые предположения, мой давний приятель и коллега, фамилию которого я здесь приводить не хочу, т.к. эти работы не были согласованы с его руководством, провел несколько экспериментов над широко распространенной в России зарубежной адресно-аналоговой системой пожарной сигнализации. Не могу привести здесь точное название, поскольку эксперимент не был согласован с производителем, назовем ее ХХХ. Он собрал в ШС этой панели все, что смог найти в офисе, а нашлось, надо отметить, немало.

Дал команду панели на запуск. За строго установленные технической документацией 40 секунд весь кольцевой ШС собрался, как это и предполагалось. Панель вошла в дежурный режим, о чем было сформировано соответствующее извещение.

После этого посредине ШС был грубо закорочен пинцетом. На панели тут же моментально появилось сообщение «Обрыв», т.е. обнаружение самого факта отказа строго соответствовало действующим требованиям – не более 100 секунд. Но на индикаторах отдельных модулей, распределенных по данному ШС, еще некоторое время оставалась индикация дежурного режима.

Сама панель в это время взяла паузу. И только через некоторый промежуток времени пошла последовательная сборка ШС с обоих направлений, т.е. на порты А и В было подано напряжение. На модулях ввода/вывода последовательно стали загораться индикаторы рабочего режима.

Шлейф, в итоге, восстановился где-то на пятой минуте, но с нарушенным участком (КЗ), после чего пошла последовательная индикация потерянных адресов. Окончание всего этого процесса произошло чуть меньше чем за 300 секунд.

Параметры пожарной панели ХХХ по защите от КЗ. У самой панели выбран порог срабатывания по напряжению в районе 14 В, в ИКЗ – порядка 5-7 В. Время срабатывания панели при коротком замыкании – 25 мс, у ИКЗ – 35 мс.

Таким образом, после обнаружения КЗ или падения напряжения в линии ниже 14 В, сама панель, отключив оба порта ШС (и А, и В), сформировала паузу, чтобы во всех устройствах разрядились конденсаторы, и везде в ШС обнулилось напряжение. Только после этого начинается процесс сборки шлейфа и выявления отказавших адресов на линии.

В рамках данного эксперимента выяснилось, что время первоначальной сборки и время сборки ШС после КЗ очень разнятся. На проведение данного эксперимента понадобилось достаточно много времени, т.к. были подозрения, что может быть проблема в контактах при стендовой сборке или наличие каких-либо других процессов в системе. Поэтому данный эксперимент был

многократно повторен. Кто бы мог подумать, что логика панели еще включает в себя дополнительный режим работы после обнаружения КЗ. И вот цифру в 300 секунд на восстановление системы после обнаружения короткого замыкания мы и получили в процессе эксперимента с этой ХХХ. Все по-честному.

### ТРЕБОВАНИЯ К СПС ПО ЗАЩИТЕ ЛИНИЙ СВЯЗИ ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ

Пункт 13.2.2. СП 5.13130.2009:

«...В адресные шлейфы пожарной сигнализации вместе с адресными пожарными извещателями могут включаться адресные устройства ввода/вывода, адресные модули контроля безадресных шлейфов с включенными в них безадресными пожарными извещателями, сепараторы короткого замыкания, адресные исполнительные устройства...».

Пункт 14.2.2. проекта СП 5.13130.2009 от августа 2015 года:

«Применение кольцевого адресного шлейфа с использованием изоляторов короткого замыкания является более предпочтительным, чем применение адресного радиального шлейфа. Количество изоляторов короткого замыкания определяется при проектировании.»

В адресные шлейфы пожарной сигнализации вместе с адресными извещателями могут включаться адресные устройства ввода/вывода, адресные модули контроля безадресного шлейфа с включенными в них безадресными извещателями, изоляторы короткого замыкания, адресные исполнительные устройства».

Вот как у нас, оказывается. ИКЗ наши нормы на проектирование СПС только разрешают использовать, и не больше. Тогда понятно, почему их у нас не используют – никто не видит в них острой необходимости. А зря.

### КАК РАБОТАЕТ ИКЗ

Начну небольшой обзор с продукции System Sensor (Honeywell, США) серии 200AP. Адаптированный перевод из руководства по эксплуатации и применению выглядит так:

«Модуль M200XE – изолятор короткого замыкания, ограничивает эффект от короткого замыкания в шлейфе извещателей путем отключения устройств шлейфа между ближайшими изоляторами, позволяя остальным устройствам шлейфа нормально функционировать. В случае короткого замыкания или при пропадании напряжения со стороны шлейфа включается резистор 2,2 кОм, обеспечивая изоляцию неисправности. Модуль имеет двухцветный светодиодный индикатор (зеленый/желтый). В нормальном состоянии светодиодный индикатор мигает каждые 3 секунды. Когда происходит короткое замыкание со стороны вхо-

да или выхода, светодиодный индикатор загорается желтым цветом.

В процессе запуска шлейфа (прежде чем изоляторы соединили все сегменты) ток с уже подключенной стороны изолятора будет подаваться на другую сторону ИКЗ через резистор номиналом 22 кОм. Когда напряжение на противоположной стороне достигнет определенного порога, изолятор выдаст туда полное напряжение.

Если на линии имеется короткое замыкание или нагрузка с другой стороны слишком велика и напряжение не поднимется до требуемого порога, то сегмент с коротким замыканием не будет включен в шлейф».

Вот оно как. И поэтому такому ИКЗ не нужны дополнительные ресурсы, чтобы понять, является ли он самым ближайшим к месту короткого замыкания. Пропало напряжение в шлейфе, все ИКЗ разомкнули свои цепи, а потом идет последовательный запуск от ИКЗ к ИКЗ, пока не упрутся в короткозамкнутый отрезок шлейфа. Именно это мы и получили в ходе нашего эксперимента.

А вот выдержка из руководства по планированию СПС на базе панелей ESMI FX 3NET (Schneider Electric, Финляндия), с которыми используются эти модули ИКЗ M200XE:

*«Использование изоляторов короткого замыкания и кольцевая структура шлейфа к панели дают возможность использовать полную емкость шлейфа. Изоляторы короткого замыкания должны устанавливаться на границах каждой пожарной зоны, чтобы в случае однократного повреждения кабеля выходило из строя не более одной такой зоны.*

*Может оказаться необходимым использование дополнительных изоляторов короткого замыкания, если потребление тока устройствами между двумя изоляторами превышает описанные ниже ограничения».*

Здесь надо отметить один важный момент. В руководстве по эксплуатации на модули ИКЗ M200XE была упомянута фраза – «нагрузка с другой стороны слишком велика». Это было первое упоминание о необходимости рассчитывать эту величину, а в руководстве на панель FX 3NET проблема рассмотрена и более подробно. Мы вернемся к ней чуть позже.

В качестве следующего примера хотелось бы привести продукцию известного производителя Apollo Fire Detectors (Великобритания).

Изолятор короткого замыкания шлейфа 55000-720 (20I) предназначен для установки в разрыв шлейфов адресных пожарных извещателей серий XP95 и Discovery. Аналогичное назначение имеют базы со встроенным изолятором 45681-284 (45681-321-американский рынок). Некоторые модули входов/выходов серий XP95 и Discovery имеют встроенные изоляторы кольцевого шлейфа.

При нормальных условиях работы ИКЗ имеет малое сопротивление порядка 0,2 Ом в обоих направлениях. Если напряжение в шлейфе падает до 14 В (+0,8/-0,4), ИКЗ переключается из замкнутого состояния в разомкнутое за 30 мс, чтобы разомкнуть свой «вход» и «выход», как правило, отрицательного провода шлейфа. Если изолятор шлейфа 55000-720 находится в состоянии изоляции, то горит встроенный светодиод желтого цвета.

Отключенный участок шлейфа подвергается каждые 4 секунды подачей в его сторону ограниченного по амплитуде импульса тока (110 мкА). При повышении сопротивления нагрузки ИКЗ связь с отключенным участком восстанавливается.

Диапазон рабочего напряжения – 18... 28 В, напряжение изоляции (порог срабатывания) – 13,6... 14,8 В.

Рекомендации Apollo Fire Detectors – установка изоляторов не реже чем через 20 пожарных извещателей или отделение каждой защищаемой зоны пожарной сигнализации.

К возможным причинам срабатывания изолятора 55000-720 относятся:

- короткое замыкание участка шлейфа;
- неправильная полярность подключения;
- большое количество устройств между двумя изоляторами шлейфа.

И опять встречается, как и у System Sensor, фраза о превышении нагрузочной способности ИКЗ.

А вот как описывают алгоритм работы СПС на базе ППКП «Фотон-А» при коротком замыкании его производители из ООО «НПП «Меридиан» (Харьков, Украина):

*«Изоляторы переводятся в разомкнутое состояние с помощью управляющего сигнала прибора системы «Фотон-А», отключающего на короткое время питание шлейфа сигнализации при понижении его сопротивления изоляции».*

*Переключение изолятора из замкнутого состояния в разомкнутое осуществляется при прерывании напряжения питания изолятора на время не менее 25 мс. Прерывание напряжения питания изоляторов осуществляет прибор при увеличении тока в шлейфе сигнализации свыше 25 мА.*

*При подаче питания от прибора в кольцевой шлейф сигнализации поочередно включаются изоляторы с обоих концов кольца. При исправных извещателях и шлейфе сигнализации изоляторы подключают все участки кольцевого шлейфа. При пониженном сопротивлении изоляции одного из участков шлейфа сигнализации не включаются изоляторы, установленные на концах этого участка».*

Для простоты обнаружения поврежденного участка часть зарубежных производителей выпускают адресные ИКЗ. К примеру, известная немецкая фирма Bosch производит изоляторы короткого замыкания FLM-I

420-S. Причем, этот ИКЗ может работать в трех режимах: с автоматической установкой адреса, ручной установкой и/или работать вообще без адреса по классической схеме.

Я думаю, что после этого вопросов по алгоритму функционирования СПС в случае короткого замыкания не останется ни у кого.

А что же требуют европейские нормы EN 54-17 по части технических возможностей ИКЗ?

Для начала эти ИКЗ должны быть перечислены к одному из трех типов:

- a) простой «самоуправляемый» изолятор, чувствительный к напряжению;
- b) простой «самоуправляемый» изолятор, чувствительный к току;
- c) простой «управляемый» изолятор – устройство, на которое может быть выдана команда на размыкание или замыкание и которое будет размыкаться, если напряжение будет снижаться до такого низкого уровня, когда ППКП не сможет управлять устройством».

Теперь сами параметры:

*«По крайней мере, такие данные необходимы для проведения испытаний, указанных в настоящем стандарте:*

- a) максимальное напряжение в линии ( $U_{max}$ );
- b) минимальное напряжение в линии ( $U_{min}$ ) (т.е. без короткого замыкания или частичного короткого замыкания);
- c) максимальный длительный ток замкнутого изолятора в условиях замкнутого состояния изолятора ( $I_{c_{max}}$ );
- d) максимальный ток переключения ( $I_{s_{max}}$ ) (т.е. в условиях короткого замыкания);
- e) максимальный ток утечки ( $I_{l_{max}}$ ) в условиях разомкнутого изолятора (разомкнутое состояние);
- f) максимальное переходное сопротивление замкнутого состояния ( $Z_{c_{max}}$ );
- g) диапазон параметров для каждого сигнала, который, как заявляет производитель, повлечет изменение состояния изолятора короткого замыкания из замкнутого на разомкнутое;
- h) диапазон параметров для каждого сигнала, который, как заявляет производитель, повлечет изменение состояния изолятора короткого замыкания из разомкнутого на замкнутое».

Здесь я даже не хочу все это сравнивать с нашими отечественными требованиями, тем более за меня уже это попытались сделать [3]. Мы до современного уровня еще не доросли. Нам на данном этапе хотя бы разобраться, что и зачем они там у себя за рубежом уже почти как десять лет про-нормировали и чем руководствуются в повседневной жизни.

## РАСЧЕТ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ИКЗ

Но и это еще не все. Вот теперь можно вернуться к вопросу о нагрузочной способности ИКЗ, поднятому в предыдущей части статьи.

У разных производителей этот параметр называется по-разному.

В частности у Apollo Fire Detectors это называется эквивалентной нагрузкой в относительных единицах между двумя ИКЗ. Максимальная нагрузка у них равна 20 относительным единицам, что эквивалентно 20 точечным пожарным извещателям. Для других компонентов системы имеется таблица с относительными коэффициентами, для расчета количества устройств, размещаемых между ИКЗ.

У System Sensor этот параметр определен как максимальная нагрузка между изоляторами. Для уже упоминавшегося модуля ИКЗ типа M200XE – это предельный ток, равный 3,18 мА. А далее имеется таблица с токами потребления всех адресных устройств. И вот максимальной нагрузкой для такого ИКЗ является 24 дымовых пожарных извещателя типа 2251E.

А некоторые зарубежные производители вообще в каждый пожарный извещатель, в каждое адресное устройство вставляют Т-образный ИКЗ. В этом случае отпадает необходимость проведения расчета нагрузочной способности ИКЗ. Также как и некоторые другие зарубежные производители, именно так, в частности, одними из первых, поступили в ESSER by Honeywell (Австрия).

### ВЫВОДЫ

Если говорить о живучести адресных систем пожарной сигнализации, то надо сразу принять во внимание, что тут без кольцевых структур шлейфов не обойтись. Как только речь пойдет о кольцевых структурах, сразу встанет вопрос об использовании в них изоляторов короткого замыкания и разделения ими системы пожарной сигнализации на зоны контроля. А в наших отечественных нормативных документах любым путем стараются забыть и не вспоминать про зоны контроля пожарной сигнализации, о чем я уже писал [2]. Одновременно возникнет вопрос об количестве ИКЗ в ШС и их возможности обеспечить нормальную работу приемно-контрольного прибора. Еще один вопрос – а как способны наши ППКП отрабатывать алгоритм выявления короткого замыкания и восстановления работоспособности системы? Это кто-то проверял, есть ли какие-то нормы и методики? Конечно, нет, если у нас никто не знает про те злополучные 300 секунд на восстановление СПС после короткого замыкания.

Вот и получается, что прежде чем начинать говорить о какой-то живучести СПС, нужно еще решить уйму кажущихся на первый взгляд малозначимыми частными вопросов.

Но это все равно когда-то придется делать.

Так маленькая штучка в виде ИКЗ подняла множество проблем.

Но на этом частные вопросы живучести СПС не заканчиваются. Есть еще множество других.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Зайцев А.В. Живучесть систем противопожарной защиты. Части 1-3 // Алгоритм безопасности. 2014. №№ 4-6.*
2. *Зайцев А.В. Некоторые частные вопросы живучести СПС. Зоны пожарной сигнализации // Алгоритм безопасности. 2015. № 3.*
3. *Баканов В.В. Устройства согласования, контроля, сигнализации и управления в шлейфах пожарной сигнализации // Технологии защиты. 2014. № 1.*

# SENTEX

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
**БЕЗОПАСНОСТЬ  
ОХРАНА  
СПАСЕНИЕ**

Россия • Нижний Новгород • Нижегородская ярмарка

**13-15 октября 2015**

## ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ



▪ Предупреждение и ликвидация ЧС



▪ Поисковая и аварийно-спасательная деятельность



▪ Пожарная безопасность



▪ Медицина катастроф



▪ Промышленная и экологическая безопасность



▪ Транспортная безопасность



▪ Оборудование и системы безопасности информации и связи



▪ Технические средства и системы безопасности. Охранное телевидение и наблюдение



▪ Охрана и безопасность труда

## ОРГАНИЗАТОРЫ

Правительство Нижегородской области, Приволжский региональный центр МЧС России, ГУ МЧС России по Нижегородской области, Всероссийское добровольное пожарное общество, Нижегородское областное отделение Всероссийского добровольного пожарного общества, ЗАО «Объединение выставочных компаний «БИЗОН», Международная сеть выставок по безопасности, Всероссийское ЗАО «Нижегородская ярмарка»

## ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

МЧС России, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федерального агентства лесного хозяйства

## КОНТАКТЫ

Телефоны: +7 (831) 277-54-14, 277-55-95, 277-56-90,  
Факс: +7 (831) 277-54-87

E-mail: [sentex@yarmarka.ru](mailto:sentex@yarmarka.ru), [alla@yarmarka.ru](mailto:alla@yarmarka.ru), [irina@yarmarka.ru](mailto:irina@yarmarka.ru)



603086, г. Нижний Новгород,  
ул. Совнаркомовская, 13  
[www.yarmarka.ru](http://www.yarmarka.ru)

