

АВАРИИ НА ОБЪЕКТАХ СВЯЗИ

Причина – опасные электромагнитные влияния

Часть 6*

Д.Терентьев
ic@commeng.ru

Конец 1990-х и начало 2000-х годов стали для связистов пиковыми по потерям от воздействия перенапряжений. Вот уже несколько лет не было серьезных аварий, количество повреждений неуклонно снижается. Значит ли это, что можно успокоиться или все-таки следует проанализировать полученный опыт, чтобы быть готовым к новым проблемам? Сравним ситуацию в конце 1990-х – начале 2000-х годов с современной, чтобы понять, что же изменилось и к каким новым проблемам следует быть готовыми.

ПЕРЕХОД ОТ АНАЛОГОВЫХ К ЦИФРОВЫМ СИСТЕМАМ ПЕРЕДАЧИ

В СССР на местной первичной сети ЕАСС (единая автоматизированная сеть связи) для организации соединительных линий между АТС использовались в основном аналоговые системы передачи (АСП). Первую отечественную 12-канальную систему высокочастотного телефонирования по воздушным медным цепям разработали ЦНИИС и завод "Красная Заря" в 1940 году. Промышленностью СССР выпускалась аппаратура для уплотнения стальных и биметаллических цепей на 3 и 12 каналов, для уплотнения кабельных цепей были разработаны системы емкостью 6, 12, 24 (КНК, К-12, К-24),

и 30 каналов ("Кама"). 60-канальная система К-60 использовалась для соединения АТС на ГТС, а также на участке областной центр – районный центр. Поставлялось в СССР и оборудование производства ГДР и Венгрии. Начиная с 1960-х годов, транзисторы начали постепенно заменять лампы, появились стойки и целые системы, целиком выполненные на полупроводниках.

Линейно-технический участок, где я проходил практику в 1983 году, обслуживал несколько систем В-12, а также В-3-3. В августе и сентябре 1983 года грозы случались по несколько раз в неделю, и тогда ламповые разрядники на вводно-коммутационных устройствах ярко светились. Однажды прямой удар молнии повредил биметаллический провод, по которому

* Продолжение. Начало см. Первая миля, 2011, №1, 2, 5, 6; 2012, №1.

Уважаемые коллеги, друзья!

Ниже я перечислил несколько направлений техники, в которых инженеры COMMENG компетентны, где мы можем предложить конкурентоспособные решения, то, что можем делать лучше других.

Начиная с начала 2011 года «Первая миля» печатает мою статью про аварии на объектах связи, надеюсь, что она будет интересна и полезна для специалистов связи, независимо от места работы и направлений деятельности. Очередная часть напечатана в этом номере, остальные можно скачать с нашего сайта (раздел «публикации»). Если вам необходима консультация, необходимо решить техническую проблему, интересует закупка оборудования, будем рады помочь.

Терентьев Дмитрий,



www.commeng.ru
www.commeng.net

ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

COMMENG занимается вопросами электромагнитной совместимости 15 лет - это единственный производитель в России, выпускающий полный спектр устройств защиты от перенапряжений для телекоммуникаций. Наша задача – не просто продажа устройств защиты, а обеспечение надежной работы и высокого качества связи. Если из-за грозы, низкого качества электроэнергии или помех от ЛЭП, оборудование выходит из строя – проблема решается. Мы умеем делать это надежно и эффективно.

ОБОРУДОВАНИЕ ETHERNET

Решения для передачи питания по одному кабелю с данными (Power over Ethernet), и репитеры физического уровня были разработаны специально для сети доступа и успешно применяются как для подключения удаленных абонентов и небольших коммутаторов в сетях Metro Ethernet, так и блоков ODU (Outdoor Unit) Wi-Max и Radio Ethernet.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ КРОССЫ

Для автоматизации управления физическим уровнем сети, построенной на симметричных медножильных кабелях, разработаны коммутационные матрицы, устанавливаемые в планты. Они легко интегрируются в существующее кроссовое оборудование, просты в монтаже и удобны в эксплуатации.

СВЕТООГРАЖДЕНИЕ МАЧТ

Мы запустили в производство и совместно с ЗАО «Логический элемент» вывели на рынок устройства управления светоограждением мачт на базе светодиодных ламп. Если необходима энергоэффективная, с минимальными затратами на эксплуатацию, система светоограждения - лучшего решения не найти.

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПОДЗАКАЗ, НИОКР

Имеется опыт создания рабочих групп с привлечением специалистов различного профиля. Рассмотрим предложения по выполнению работ в следующих областях: физический уровень сетей связи; ЭМС, защита от перенапряжений, оборудование для специальных применений, управление силовыми реле по оптоволокну.

работала одна из систем. Приходилось устранять неполадки в стойках (замена предохранителя, лампы), но ни одно повреждение с грозой связано не было.

В середине 1990-х годов, когда я начал заниматься вопросами защиты, аналоговые системы передачи еще находились в эксплуатации. Было несколько обращений по поводу грозозащиты НУП К-60. Основной проблемой, с которой сталкивались связисты, была замена установленных в оборудовании ОУП и НУП разрядников на более современные (это было связано, в частности, с тем, что в ряде старых моделей разрядников использовались радиоактивные вещества). Разработанный в 1981 году стандарт [59] вполне соответствовал требованиям эксплуатации АСП. Можно сделать вывод, что основные проблемы с выходом из строя разрядников были связаны, в первую очередь, с надежностью элементной базы и в значительно меньшей мере – с воздействием перенапряжений.

В 1970-х годах в нашей стране началось внедрение цифровых систем передачи данных (ЦСП). В СССР был принят европейский вариант плезиохронной цифровой иерархии (ПЦИ) цифровых систем передачи. НИИ "Дальняя связь" разработал систему ИКМ-30, производство которой было освоено в Ленинграде и Перми в 1972–1974 годах. В 1977 году для зонной связи была разработана аппаратура ИКМ-120. Оборудование ИКМ-30 в больших объемах поставлялось на Московскую ГТС в канун Олимпиады-80, после чего началось массовое внедрение ЦСП на местной сети.

По действующим тогда нормам для подключения оконечной АТС емкостью 200 номеров к ГТС требовалось 30 каналов. Так как на сельской сети большинство оконечных станций (СТС – сельские телефонные станции) имело меньшую емкость, то для них были разработаны системы, не входящие в европейскую ПЦИ – ИКМ-12 и ИКМ-15 (начало производства в 1982 году). В конце 1980-х и начале 1990-х годов документация на производство ИКМ 15/30 была по конверсионным программам передана на предприятия России, Украины и Белоруссии. С 1970-х годов и до сих пор оборудование ИКМ называют в честь деревьев: "Ива", "Кедр", "Каштан".

Массовое внедрение ЦСП ИКМ 15/30 и замена АСП на межстанционных линиях СТС наряду с множеством плюсов и возможностей принесло серьезную проблему – число случаев выхода оборудования из строя и нарушений связи из-за воздействия перенапряжений воз-

росло многократно. По всей видимости, это стало неожиданностью для разработчиков и производителей ЦСП и проектных организаций. Операторы связи в районах с высокой грозовой активностью, которые провели цифровизацию межстанционных линий СТС, несли большие потери. Пик неприятностей пришелся на середину 1990-х годов, когда ЦСП были внедрены массово, а опыта по защите их от перенапряжений еще не было.

Когда инженерам компании "Ленсвязь", обслуживающей межстанционные линии Ленинградской области, надоело ремонтировать и заменять регенераторы, один из них обратился в НПО "Инженеры электросвязи" [36]. Это было началом работы, результаты которой позволили обеспечить надежную эксплуатацию систем ИКМ 15/30 в условиях интенсивных электромагнитных помех. "Ленсвязь" была площадкой для отработки технических решений, которые затем применялись другими операторами. Руководство ряда из них, где экономический ущерб был наиболее значительным, назначило ответственных за решение проблемы защиты. Применяя решения и оборудование НПО "Инженеры электросвязи" им удавалось за два-три года снизить число повреждений и нарушений связи в 5–7 раз в масштабах сети. В 1990-х годах такая работа была проведена на предприятиях электросвязи Псковской и Новосибирской областей. Несколько позже аналогичных результатов удалось достигнуть на сети АО "Казахтелеком", где решение вопросов защиты стало на несколько лет одной из основных задач специалистов республиканской производственно-технической лаборатории.

Таким образом, решение проблемы было найдено – разработаны защитные устройства для систем передачи [36, 60] и рекомендации по их применению [61]. Не будем останавливаться на деталях, желающие без труда найдут информацию, да и системы ИКМ 15/30 постепенно уходят в прошлое, уступая место сначала SHDSL, а в последнее время все больше системам, работающим по оптическим кабелям.

Каковы ж причины многократно возросшей в 1990-е годы интенсивности повреждений ЦСП ИКМ 15/30 по сравнению с предшествующим им поколением аналоговых систем передачи?

Изменение элементной базы

Чем меньше физические размеры транзистора, тем меньше энергия помехи, приводящая к его повреждению. Стойки и регенераторы ИКМ-

Таблица 1. Длины усилительных и регенерационных участков при работе систем передачи по одночетверочному кабелю типа КСПП

Оборудование	Число каналов	Расстояние между НУП или НРП, км
АСП КНК-6Т	6	16
АСП КНК-12	12	16
АСП "Кама"	30	13
Неиерархическая ИКМ-12	12	7,5
Субпервичная ИКМ-15	16	7,5
Первичная ИКМ-30	32	3,8

15/30, выпущенные в 1980-е и 1990-е годы, пришли на смену оборудованию на базе дискретных транзисторов и даже электронных ламп и были в значительной степени подвержены влиянию перенапряжений. Однако современная высокоинтегрированная элементная база обладает гораздо большей стойкостью, чем дискретные полупроводниковые приборы и интегральные схемы 30-40-летней давности. Поэтому современное оборудование ИКМ-30 и тем более SHDSL, где одна БИС зачастую заменяет целую плату, выходит из строя значительно реже, чем их предшественники еще 10-15 лет назад на тех же линиях.

Увеличение числа регенераторов

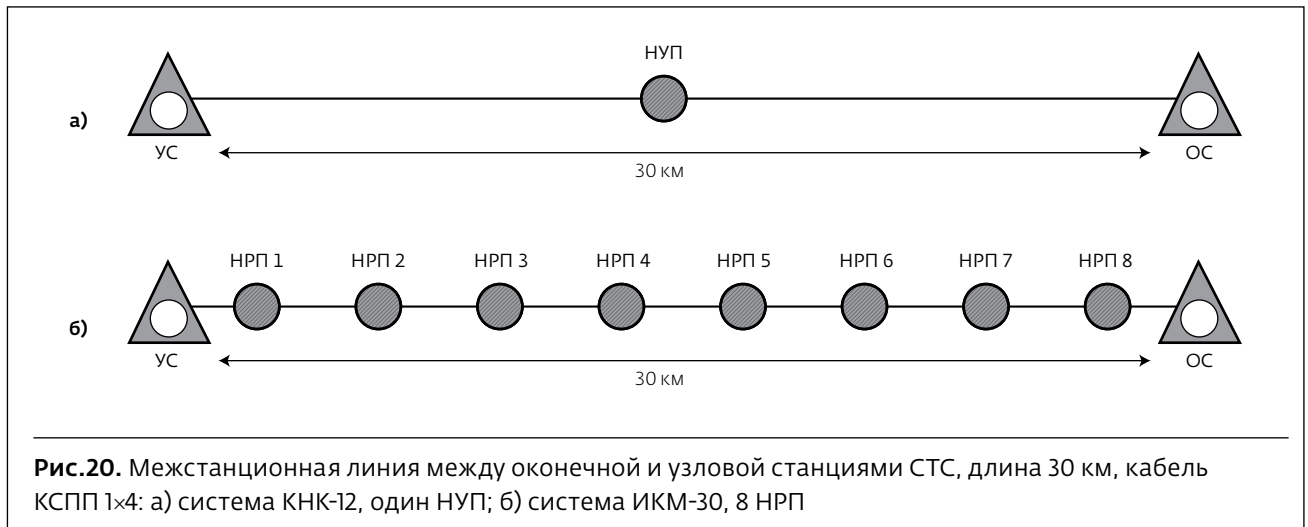
К крупным авариям и катастрофам обычно приводит совпадение ряда факторов. Так и причиной резкого увеличения поврежденных ЦСП по сравнению с АСП, которым они пришли на замену, стали не только замена элементной базы и неэффективная схема защиты. Сравним длины усилительных и регенерационных участков при работе систем передачи по одночетверочному кабелю типа КСПП (табл.1).

Представим ситуацию, когда на участке между оконечной (ОС) и узловой (УС) станция-

ми СТС 12-канальная аналоговая система была заменена системой ИКМ-30 (рис.20). Совершенно очевидно, что при прочих равных условиях вероятность выхода из строя хотя бы одного необслуживаемого пункта регенерации (НРП) значительно выше, чем одного необслуживаемого усилительного пункта (НУП). Более того, бросок потенциала на заземляющем устройстве одного регенератора может вывести из строя не только его, но и соседние (этот вопрос мы подробно рассмотрим в одной из следующих публикаций).

Нарушение правил строительства линий связи

Организация молниезащиты подземных кабелей как в соответствии с требованиями Минсвязи СССР, так и с более современными [62, 63] – это мероприятие, затратное для строителей и требующее усилий от проектировщиков. Причем зачастую без знакомства с трассой и без выезда на место технически грамотный проект молниезащиты кабельной линии сделать невозможно. Отсюда происходят две крайности – или на проблему ударов молнии закрывают глаза, или же молниезащита на всей трассе предусматривается, что называется, по полной. В последнем случае требования проекта,



естественно, не выполняются – представьте, сколько нужно усилий, например, чтобы проложить вместе с кабелем два грозозащитных троса, причем соблюсти необходимые расстояния между ними.

Другая проблема – сближения и пересечения с ЛЭП. Обычная картина – вдоль дороги высоковольтная ЛЭП, буквально в нескольких метрах с ней проложен кабель, установлены регенераторы. Действительно, проложить трассу на уже расчищенном месте гораздо проще и для строительства, и для обслуживания. Более того, в южных регионах Европейской части РФ, где по обе стороны от дорог тянутся бесконечные поля, прокладывать кабель связи подальше от дороги и ЛЭП нет смысла – вероятность того, что его порвут при обработке земли выше, чем вероятность повреждения от ударов молнии.

Конечно, можно (и нужно, наверное) упрекать строителей и проектировщиков – но следу-

ет признать, что точное выполнение всех рекомендаций по защите кабельных трасс в новых экономических условиях стало экономически нецелесообразным.

НЕЭФФЕКТИВНАЯ СХЕМА ЗАЩИТЫ РЕГЕНЕРАТОРА

Если взглянуть на упрощенную схему защиты регенератора (рис.21), то видно, что разрядники подключены к выводам линейного трансформатора и уравнивают потенциалы между проводами пары, по которой ведется прием или передача в одном направлении. Кроме того, два разрядника включены между проводами линии и средней точкой трансформатора, откуда снимается напряжение дистанционного питания (ДП). Защищен также узел, в котором происходит выделение ДП. Обычно для защиты приемника ДП кроме разрядника устанавливались и стабилитроны, необ-

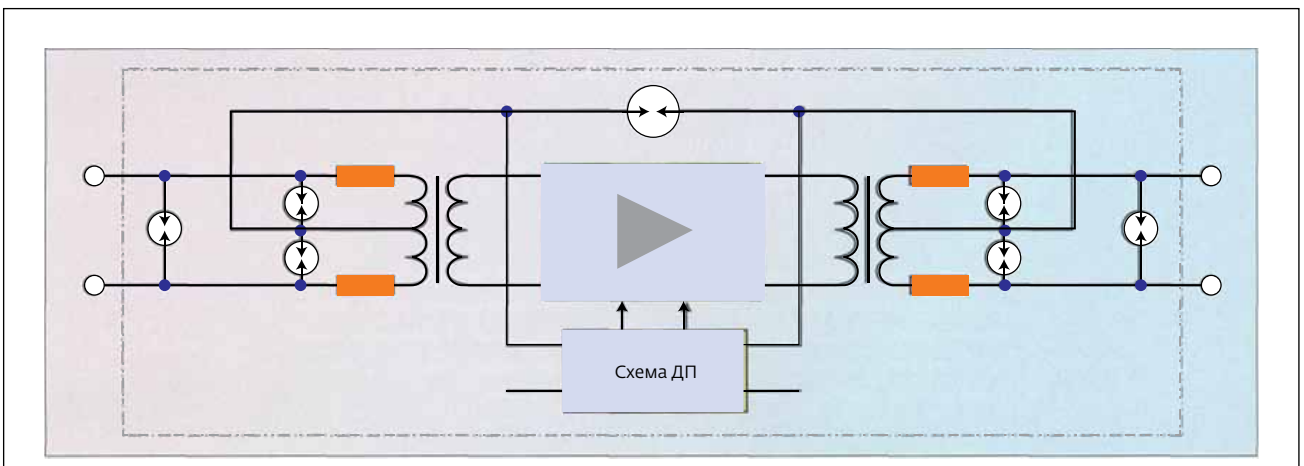


Рис.21. Схема защиты НРП ИКМ 15/30 (производство конца 1980-х и 1990-х годов). Показано только одно направление передачи, схема защиты в другом направлении аналогична

Таблица 2. Максимальная дальность (км) работы современных SHDSL-модемов [67] с вероятностью ошибки не хуже 10^{-7} в кабельных системах с низким уровнем шумов (по одной физической паре)

Скорость, кбит/с	Тип кабеля			
	ТЦП 0,64	КСПП 0,9	КСПП 1,2	ЗКП 1,2
1024	11,5	16	17	25
2048	8,5	11	12	17
4096	5,5	7	8	10
5704	5	6	7	8
8192	3,2	4	5	6

ратимый пробой которых часто становился причиной неисправности. Разработчики аппаратуры не учли, что ЭДС, индуцированная в скрученной паре проводов (да еще и экранированных), в идеальном случае равна нулю. Основная же причина повреждения регенераторов – разность потенциалов между проводом и общей точкой (корпусом регенератора, землей), а вот от этого защита предусмотрена и не была. Констатируем факт: защита от перенапряжений в регенераторах ЦСП ИКМ 15/30 фактически отсутствовала.

Каким образом в 1980-х годах оборудование ИКМ 15/30 прошло испытания, можно только предполагать. Возможно, что уже при серийном производстве были сделаны "рацпредложения" по снижению себестоимости. Но, скорее всего, для ГТС стойкость оборудования была сочтена достаточной, а для использования на СТС предполагалась установка дополнительных разрядников между прово-

дами и защитным заземлением – в узлах связи на вводно-коммутационных устройствах (что было сделано), и в регенераторах (что сделано не было).

ПРИМЕР 14

В конце 1990-х годов, перед грозовым сезоном, в одном из узлов связи на нескольких линиях в регенераторы ИКМ-15 "Ива" были установлены модули защиты систем передачи типа МЗСП-Е1. Регенераторы горели каждый год, а так как установлены они были на небольших островах, чтобы добраться до них, нужна была не только машина, но и лодка. Не прошло и месяца, как позвонил главный инженер районного узла связи и попросил срочно приехать – после сильной грозы две линии, на которые были установлены устройства защиты, перестали работать, причем до этого такого количества поврежденных регенераторов никогда не было.

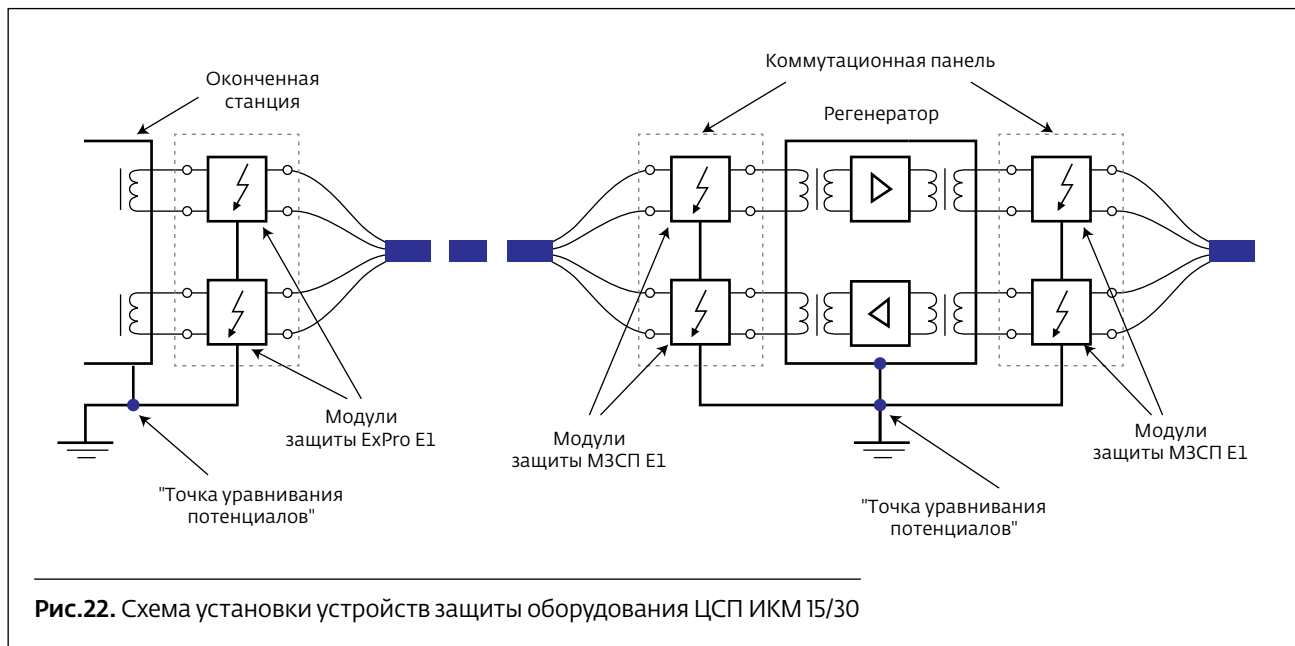


Рис.22. Схема установки устройств защиты оборудования ЦСП ИКМ 15/30

Модули защиты были выполнены в виде коммутационных дужек, с маркировкой линия/оборудование, неправильно установить их в гнезда было практически невозможно. На месте выяснилось, что монтеры подключили контакты защитного заземления модулей МЗСП-Е1 следующим образом: многожильные провода (всего четыре, по числу МЗСП) длиной около 1,5 м каждый зачистили и привязали узлами к трубе, через которую в ящик регенератора заводился кабель. Надо добавить, что труба была покрашена кузбаслаком, хотя в принципе это ничего не меняет, так как при таком подключении при самых лучших параметрах модулей защиты уравнивания потенциалов при импульсной помехе не происходит (см. часть 4).

Подняв крышку ящика, я увидел четыре трехэлектродных разрядника Р-27. Подключены они были правильно, как того требует инструкция [61] (см. рис.22). Жгутовой монтаж был явно сделан на заводе. Хотя с точки зрения специалиста монтаж был сделан с ошибками, защита должна была быть вполне работоспособной. Монтеры же, установив, но фактически не подключив МЗСП-Е1, обрезали провода, которыми были подключены установленные на заводе Р-27, и таким образом существующую защиту отключили.

Больше я регенераторов с дополнительными внешними разрядниками не видел, из чего делаю вывод, что изначально для применения на СТС их установка предполагалась, но затем это правильное решение утонуло в волнах пере-

стройки и конверсии. Вернуться к нему, уже на более современном уровне, заставила жизненная необходимость.

SHDSL-МОДЕМЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ

С середины 2000-х годов в России началось массовое внедрение цифровой телекоммуникационной аппаратуры нового поколения. Это, в частности, и переход к оптическим технологиям, и к системам xDSL на различных участках медных линий связи. Для оборудования цифровых абонентских линий (мультиплексов DSLAM) вопросы защиты рассматриваются аналогично и совместно с защитой цифровых АТС. Более сложна и интересна проблема защиты малоканальных систем уплотнения абонентских линий, работающих в сельской местности по подземным и подвесным кабельным линиям [64, 65].

Из всего спектра xDSL-оборудования остановимся на модемах SHDSL, работающих в условиях, аналогичных рассмотренным выше ЦСП. Применение современных методов обработки сигналов и многоуровневых кодов позволили значительно увеличить скорость и качество передачи информации по сравнению с предшествующими стандартами HDSL и HDSL2 и уж тем более – с системами ИКМ 15/30, в которых используется трехуровневый линейный код (табл.2). Сравним с данными табл.1, видим, что регенерационный участок для модема SHDSL-bis, работающего по одной паре со скоростью 2048 кбит/с, в три раза больше, чем для ИКМ-30, работа-

ющей по двум парам. Если же задействовать две пары, то регенераторов SHDSL нужно будет еще меньше.

Повреждения из-за опасных электромагнитных влияний оборудования SHDSL на межстанционных соединительных линиях и на транспортной сети происходили и будут происходить всегда. Тем не менее, эта проблема никогда не достигала таких масштабов, как с ИКМ 15/30, и уже сведена большинством операторов к минимальным масштабам. В чем причина столь кардинального снижения уровня аварийности? Сравним потенциальные причины возможных повреждений оборудования SHDSL и ИКМ 15/30 из-за перенапряжения по аналогии сравнения ЦСП ИКМ 15/30 с АСП.

Применяемые в современном оборудовании СБИС более стойки к перенапряжениям, чем элементная база оборудования ИКМ-30/4 (четвертого поколения). За счет высокой степени интеграции в SHDSL-модемах значительно меньше компонентов, что положительно влияет на его надежность. Однако этот фактор едва ли можно считать существенным.

Что касается регенераторов, то при сохранении скорости передачи в линии при замене ЦСП ИКМ 15/30 на SHDSL можно значительно сократить число регенераторов или вовсе обойтись без них. Однако скорость передачи данных постоянно растет, для чего требуется установка регенераторов, причем зачастую в тех же местах, что и раньше. Так что и этот аспект не внес принципиального отличия.

Если говорить о линиях связи в целом, то пять лет назад, во время тотальной "интернетизации" страны, чуть больше чем за год в авральном порядке были установлены десятки тысяч единиц оборудования. При этом новое оборудование во многих случаях устанавливалось на старые линии, из-за спешки о подверженности вновь прокладываемых линий электромагнитным влияниям зачастую даже не задумывались. Поэтому к 2007 году принципиальных отличий в состоянии линий связи по сравнению с 1997 годом не было.

Так что же повлияло на то, что множество установленных модемов и регенераторов SHDSL не начали вылетать десятками за одну грозу, как это происходило 10-15 годами раньше с оборудованием ИКМ 15/30? Дело в том, что и операторы, и производители, и поставщики оборудования были к этому готовы, пусть и в разной степени. Инженеры знали, что уста-

новка устройств защиты многократно снижает риск повреждения аппаратуры, знали, где и как их устанавливать. Производители устройств защиты имели готовые решения и могли произвести их в необходимом объеме и ассортименте. Большинство производителей оборудования уплотнения уже к середине 2000-х годов применяли более или менее эффективные встроенные схемы защиты. Оптимальным как для производителя, так и для потребителей вариантом является выпуск согласованных по техническим параметрам оборудования связи и устройств защиты для него.

ПРИМЕР 15

Весной 2008 года регенераторы и модемы на 10 линий SHDSL одного из региональных филиалов "Ростелекома" были защищены с помощью устройств ExPro SDL и МЗСП-СДЛ. По результатам испытаний предполагалось принять решение о целесообразности их применения на всей сети регионального филиала. В середине июля в службе электросвязи было собрано совещание по этому вопросу. Результаты испытаний оказались противоречивыми – на четырех линиях

все хорошо, на шести остальных возникли проблемы. На подобных совещаниях, в случае неудовлетворительного результата применения устройств защиты, обычно высказываются следующие мнения:

- устройства защиты плохие, толку от них нет никакого (см. пример 7 в части 3);
- ничего поделаться нельзя, остается только надеяться, что в следующий раз пронесет и дожидаться замены медного кабеля на оптический;
- нужно попытаться разобраться, найти и устранить причину.

Сторонником последнего мнения в этот раз был только я, пока один из инженеров службы не обратил внимание на то, что оборудование на двух линиях, которыми занимался лично он, повреждено не было. А вот на остальных восьми линиях монтаж защитных устройств выполнялся с ошибками, возможно, где-то они не устанавливались вовсе. Осознав ситуацию, руководству для принятия решения о защите регенераторов SHDSL потребовалось всего несколько месяцев. Десятью же годами раньше (см. часть 4) только через три года безаварийной работы нескольких десятков систем ИКМ 15/30 оператор принял решение о необходимости распространения опыта на всю сеть.

ПРИМЕРЫ РАЗЛИЧНОГО ПОДХОДА К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ (СЕРЕДИНА 1990-х – НАЧАЛО 2000-х)

"Ростелеком", филиал ТЦМС-3

В середине 1990-х годов на обслуживании у ТЦМС-3 находилось более 7 тыс. км кабельных линий, 2,5 тыс. км радиорелейных линий, почти 900 объектов связи. Филиал обеспечивал магистральную связь на территории Санкт-Петербурга, Ленинградской, Новгородской, Псковской, Тверской областей, а также выход на международные сети связи.

Инженеры ТЦМС-3, одними из первых начав массово внедрять на сети современное цифровое оборудование, обнаружили, что при ударах молнии в антенно-мачтовые сооружения, наводках на магистральные кабели стойки систем передачи, цифровые РРС, мультиплексоры, импульсные выпрямители выходят из строя или работают со сбоями. Ситуация осложнялась тем, что подобного опыта ни у кого не было, нормативная база устарела, необходимая информация была труднодоступна. Неудивительно, что именно здесь была проведена работа, которую скорее

можно назвать исследованием. Многие решения были найдены самостоятельно, и лишь потом оказалось, что они уже применяются за рубежом [68].

К концу 1990-х годов удалось значительно снизить повреждаемость оборудования и количество нарушений связи из-за ударов молнии и низкого качества электропитания. Следует отметить, что система защиты от помех, разработанная специалистами "Ростелекома" для узла связи в Кингисеппе, была повторена практически без изменений на другом конце подводной магистрали – в Дании.

Ведомственные операторы (трубопроводный транспорт)

В середине и конце 1990-х и начале 2000-х годов ведомственные операторы, обеспечивающие связь и передачу сигналов телемеханики для добычи и транспортировки нефти и газа, стали массово получать современное телекоммуникационное оборудование. На смену малокабельным аналоговым РРС стали приходиться цифровые, электромеханические АТС, и ручные коммутаторы заменялись коммутационными системами с функциями ISDN, выпрямители с диодными и тиристорными схемами – на импульсные. Внедрялись системы, обеспечивающие радиосвязь вдоль трасс трубопроводов. Ежегодно вводились новые объекты связи, обеспечивающие связью не только предприятия, но и население.

Такие изменения не могли не вызвать резкого увеличения случаев выхода нового оборудования из строя. Руководители нескольких предприятий обратились в НПО "Инженеры электросвязи", где для них был отработан алгоритм работы, включающий анализ электромагнитной обстановки и причин выхода из строя оборудования; обследование объектов связи; повышение квалификации персонала (семинар на месте или курсы повышения квалификации в Санкт-Петербурге); подготовку отчетов и разработку рекомендаций. Как правило, для обследования выбиралось несколько типовых объектов. Получив от нас начальную помощь, связисты в течение двух-трех лет приводили свои объекты в порядок, при необходимости обращаясь за консультациями и закупкой оборудования. Объектов таких могло быть 70–80, причем раскиданных по тайге и тундре на тысячи километров.

"Казахтелеком"

Огромная территория и низкая плотность населения Казахстана во многом определили

особенности построения местной телефонной сети: большая средняя длина абонентских линий и межстанционных линий, широкое применение беспроводных терминалов (радиоудлинителей) и спутниковых терминалов, которые устанавливались в отдаленных местах в рамках национального проекта. Как и в России, массовое внедрение современного оборудования сопровождалось значительными потерями от перенапряжений. В чем-то казахстанским связистам приходилось даже тяжелее – дефицит квалифицированных кадров в отдаленных местностях был больше, в республике не было ни специализирующихся в области ЭМС фирм, ни производителей защиты. Удаленность от производителей оборудования и центров техподдержки усугубляла сложности с ремонтом.

В этих условиях в центральном аппарате "Казахтелекома" были выделены специалисты, ответственные за защиту от перенапряжений систем связи и электроустановок, заземляющих устройств. На повышение квалификации в Санкт-Петербург несколько лет подряд приезжали специалисты из Казахстана. Сотни инженеров и техников из всех областных дирекций телекоммуникаций были обучены на курсах в Алматы. Разработан технический регламент предприятия по грозозащите электроустановок. Это единственный известный мне случай, когда работа в подобных масштабах проводилась централизованно.

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ СИТУАЦИИ

Так что же кардинально изменилось за последние 10 лет, что столь коренным образом повлияло на аварийность объектов связи в целом и на отношение к системам защиты оборудования от перенапряжений – в частности?

Замена медных кабелей на оптические на магистральной сети и межстанционных линиях (а в последние годы – и на сети доступа), сокращение длины абонентских линий при переходе на сети FTTB (FTTC) многократно сократили опасные воздействия на линейные сооружения на новых и реконструируемых сетях. В то же время, в связи с децентрализацией сети, возникла серьезная потребность в обеспечении качества электропитания для выносов, шкафов с активным оборудованием. Массовое внедрение на сетях проводного и беспроводного доступа стандарта Ethernet 100/1000 BASE-TX, изначально разработанных для ЛВС, потребовало разработки методики и устройств для защиты

оборудования Ethernet. Одни проблемы решаются и тут же возникают другие. Впрочем, масштаб значительно меньше, а средства для их решения становятся все доступнее.

Типовые решения пришли на место "зоопарку" и самодеятельности. В конце 1990-х – начале 2000-х годов один оператор порой имел на сети пять-шесть систем коммутации, разнообразные системы передачи, выпрямители и т.п. – действительно, "зоопарк" оборудования. Проблема была крайне острой и отрицательно влияла на все параметры сети, прежде всего на надежность, качество связи и затраты на эксплуатацию. Еще хуже было то, что новое оборудование монтировалось на объектах, введенных в эксплуатацию десятки лет назад: взаимные помехи, съеденные коррозией заземляющие устройства, отсутствие исполнительной документации, плохое состояние электроустановок и ужасное – линий связи. Но уже тогда появились примеры того, каким должен быть современный объект связи – смонтированные за рубежом "газпромовские" контейнеры, базовые станции мобильных операторов, автозалы АТС, смонтированные об-

ученными специалистами в соответствии с требованиями поставщиков.

Сегодня ситуация по сравнению с 1990-ми – началом 2000-х годов изменилась кардинально. Уже совсем не обязательно разбираться в технике защиты от перенапряжений и ЭМС, чтобы обеспечить надежную работу систем связи в условиях электромагнитных помех. Достаточно смонтировать оборудование и сооружения в соответствии с предлагаемым проектировщиком, системным интегратором или поставщиком оборудования решениями и, с большой долей вероятности, все будет хорошо. Зачастую поставляется уже не отдельное оборудование, а готовые решения в виде собранного контейнера: остается его только подключить – правильно, по прилагаемой инструкции.

Не менее важно, что изменилась скорость принятия решений по вопросам защиты от опасных электромагнитных влияний, от нескольких лет 10–15 лет назад до нескольких месяцев сегодня.

Принципиально более доступной стала информация. В 1997 году дефицит информации был таким, что в 1997 году на семинар компании "Инженеры электросвязи" по проблемам защиты собралось почти 50 человек не только из Москвы, Петербурга и Центрального и Северо-Западного регионов, но и из Сибири и Дальнего Востока. Сегодня куда ехать не надо – час в Интернете, несколько звонков по телефону обычно достаточно, чтобы узнать все, что нужно. Раньше на курсах повышения квалификации (проводились Государственным университетом телекоммуникаций им. М.А.Бонч-Бруевича и Военной академией связи им. С.М.Буденного) по теме "Защита объектов связи от опасных электромагнитных влияний" обучалось по 40–50 человек ежегодно. Сейчас вряд ли найдется предприятие, готовое на несколько дней отвлечь квалифицированных инженеров на такое мероприятие. Это – лучший индикатор того, что защита от перенапряжений превратилась в абсолютно рутинную задачу: технические решения изначально заложены в проекты и программы поставок, информация и необходимое оборудование доступны, специализированные предприятия готовы предложить любые услуги.

На этой оптимистической ноте можно было бы и закончить. Однако тот уровень повреждений и нарушений качества связи, который

операторы сочли для себя нормальным (и прекратили дальнейшие усилия по его снижению) может быть сокращен в еще большей степени, причем без всяких материальных затрат. Более того, после того, как устройства и мероприятия по защите стали привычной строкой в сметах и перечнях закупаемого оборудования, значительная часть выделенных на них средств стала тратиться бессмысленно (по правде сказать, и раньше это было).

А самое главное, есть еще множество серьезных проблем, о которых многие не знают (до поры до времени) или если знают, то не очень хорошо понимают, как их решать.

Продолжение следует

ЛИТЕРАТУРА

59. ГОСТ 5238-81. Установки проводной связи. Схемы защиты от опасных напряжений и токов, возникающих на линиях.
60. Как защитить оборудование линейного тракта малоканальных цифровых систем передач. / В сб. "Защита оборудования и объектов связи от опасных токов и напряжений. Подготовка к грозовому сезону". – СПб., 1999. www.commeng.ru/публикации.
61. Инструкция по применению устройств ЕхРго и МЗСП для защиты оборудования цифровых систем передачи. – НПО "Инженеры электросвязи", 2003, www.commeng.ru/техническая_документация/архив_технической_документации.
62. ВСН 116-93 Инструкция по проектированию линейно-кабельных сооружений связи. – Минсвязи России, 1993.
63. Руководство по защите металлических кабелей от ударов молнии. – М.: Госкомсвязи России, 1997.
64. **Терентьев Д.Е.** Защита оборудования последней мили от импульсных помех. – "Телекоммуникационное поле регионов", 2006, №4, www.commeng.ru/публикации.
65. **Терентьев Д.Е.** Устройства защиты от перенапряжений оборудования последней мили, работающего по медным кабелям. – Первая миля, 2007, №2, www.commeng.ru/публикации.
66. www.shdsl.org
67. www.nateks.ru
68. Молниезащита объектов связи. Рекомендации. – СПб.: ТЦМС-3 ОАО "Ростелеком", 1997.
69. Материалы семинара "Защита оборудования связи от опасных токов и напряжений". – СПб, 1997, www.commeng.ru/публикации.