

АВАРИИ НА ОБЪЕКТАХ СВЯЗИ

причина – опасные электромагнитные влияния

Д.Терентьев

Опасные электромагнитные влияния – основная причина аварий на телекоммуникационных узлах и в системах связи в целом. Стойкость к опасным перенапряжениям и помехам – это важнейший фактор надежности работы как систем передачи информации, так и обслуживаемых ими промышленных и социальных объектов. Длительное время автор занимался проблемами защиты от перенапряжений и электромагнитной совместимости. В ходе работы приходилось как анализировать причины, приведшие к повреждению оборудования и линий связи и пожарам, так и разрабатывать мероприятия и специальное оборудование для предотвращения аварий и нарушений качества связи из-за воздействия электромагнитных влияний. Накопленный опыт позволил системно исследовать проблему, результаты этой работы и рассматриваются в серии публикаций.

В последние годы интенсивность техногенных катастроф в нашей стране возросла настолько, что известия о падении самолета, пожаре с множеством жертв, крупной аварии на объектах энергетики стали едва ли не привычными. Даже поверхностного изучения информации об этих событиях было достаточно, чтобы увидеть, что между ними много общего, а различаются, в основном, только технические детали. Очевидно, что развитие, функционирование и нарушения в работе сложных технических систем должны подчиняться каким-то общим закономерностям.

Несколько печатных работ [1–3], написанных специалистами из различных областей техники, помогли взглянуть на проблему с системной точки зрения. Ю.П.Петров в своей книге [4] о техногенных катастрофах использовал подзаголовок "научный детектив". Попробуем и мы рассмотреть с такой точки зрения несколько десятков аварий на

объектах связи, дать описание их причин, а также помочь техническим специалистам понять, как предотвратить подобные случаи. Вся информация дана с точки зрения инженера, т.е. излагаются только технические факты и не рассматриваются субъективные факторы – экономические причины, уровень подготовки персонала и мотивы людей, действия которых могли послужить причиной аварии. Основной материал собран в результате работы на телекоммуникационных и промышленных объектах, проведения консультаций и экспертиз, а также получен в ходе общения с коллегами.

Вспомним наиболее крупные аварии на объектах связи и энергетики за последние годы.

ЗАМОСКВОРЕЦКИЙ ТЕЛЕФОННЫЙ УЗЕЛ МГТС

Пожар в здании Замоскворецкого телефонного узла (ул. Щепкина, 51) начался вечером 14 февраля 2003 года. В результате уничтожено или

повреждено оборудование АТС 281, 284, 288, 971, включая коммутаторы, цифровые системы передачи, кроссы, кабельные вводы, электропитающие установки. В этом же здании находилось немало оборудования других операторов связи – "ГолденЛайн", "Комстар", "ИПБ-Интернет", "Корбина-Телеком", "ТелекомБюро", "МТУ-Интел".

В результате остались без телефонной связи несколько десятков тысяч абонентов МГТС и "Комстар", в той или иной степени авария отразилась на работе всей телефонной сети Москвы. Серьезные проблемы с межстанционной связью возникли у абонентов Северо-Восточного округа столицы, обслуживаемых Останкинским телефонным узлом. Множество квартир и предприятий осталось без доступа в Интернет. От эфира были отключены радиостанции, сигналы которых транслировались в Останкино по каналам компании "ГолденЛайн".

По утверждению МГТС, пожар в здании Замоскворецкого теле-

фонного узла произошел по вине ЗАО "Моспромстрой". В исковом заявлении МГТС говорится [5], что причиной пожара стало "попадание высокого напряжения на оборудование абонентских номеров вследствие возгорания кабеля электропитания, проложенного в штаб строительства фирмы "Континент" ЗАО "Моспромстрой" в зоне строительной площадки". В иске указано, что "причина пожара установлена на основании акта, составленного 15.02.03 с представителем фирмы ЗАО "Моспромстрой", объяснений свидетелей, докладных записок работников телефонного узла".

Через два дня после пожара я видел здание узла. Было заметно, что ведется интенсивная работа по его восстановлению, вокруг валялись куски обгоревшего кабеля. Количество пены на стенах не оставляло сомнения в том, что стойки с оборудованием, которое не было повреждено огнем, были при тушении этой пеной залиты.

АТС 21/22 ХАБАРОВСКОЙ ГТС

6 ноября 2008 года в Хабаровске произошел пожар в пятиэтажном здании АТС городской телефонной станции на Волочаевской улице. Очаг возгорания был обнаружен на третьем этаже, огонь распространился на площадь в 40 м² и частично перешел на четвертый этаж. Пожар удалось локализовать и ликвидировать приблизительно через час после сообщения о возгорании. Был поврежден коммутационный узел на 23 тысячи номеров, в результате чего отключились телефонные линии, номера которых начинаются на 20, 21, 22, 27, 29, 30, 39.

Компания "Дальсвязь" получила официальное заключение испытательной пожарной лаборатории по Хабаровскому краю о причинах возгорания телефонного кросса (коммутационный узел, связывающий телефонную станцию и линейную кабельную разводку внутри здания). Эксперты установили причину пожара – попадание высокого напряжения со стороны электрического кабеля на слаботочные линии. По предварительной версии, это могло произойти из-за неправильной эксплуатации электрической сети в одном из соседних многоквартирных домов [6, 7].

ОСТАНКИНСКАЯ ТЕЛЕБАШНЯ

История создания этого выдающегося достижения науки и техники, созданного по проекту Николая Васильевича Никитина, широко известна [8]. Башня построена, как стебель растения – из клеток, вытянутых в волокна, только роль волокон в ней выполняют 149 пучков стальных канатов диаметром 38 см, заложённых в бетон по всему телу башни.

Создатели башни задали ей фантастические пределы прочности: она в состоянии выдержать восьмibalльное землетрясение по шкале Рихтера, ураганный ветер силой до 44 м/с, колебания вершины с амплитудой до 12 м. В башню ежегодно без всяких последствий ударяет 40–50 молний.

Однако строители башни не предвидели то, что случится в воскресенье 27 августа 2000 года, когда из 149 стальных тросов, стягивающих бетонные кольца, в результате пожара неповрежденными остались всего 29. Хотя башня устояла, потребовалась ее полная реконструкция, и среди специалистов нет единодушного мнения, что же следует с ней делать – продолжать эксплуатировать или все-таки, не дожидаясь падения, разобрать – так как высокая температура привела к разрушению связи между металлом и бетоном и образованию трещин, по которым к арматуре попадет влага.

В результате катастрофы погибли три человека (в рухнувшем с двухсотметровой высоты лифте). Полностью разрушено лифтовое хозяйство, повреждены системы электроснабжения, вентиляции, кондиционирования, тепло- и водоснабжения, связи и сигнализации. Было прервано вещание на Москву и Московскую область, нарушена работа систем связи.

Вот краткая хронология пожара. Возгорание началось 27 августа 2000 года около 15 ч на высоте 320–350 м. Вначале из башни показались клубы густого дыма. Затем один за другим стали отключаться телевизионные каналы. К 20.00 становится очевидно, что огонь, несмотря на все усилия пожарных, погасить не удастся. Пламя, раздуваемое словно в гигантской печной трубе, опускается все ниже. Пожару присвоена 5-я категория сложности.

В 21.00 уже горят ресторан и смотровая площадка. Пожарные пешком на трехсотметровую высоту заносят огнетушители. В 22.00 из башни начинают вырваться языки пламени. Огонь опускается до отметки 280 м. В 24.00 предпринимается очередная попытка остановить огонь. На высоте 200 м перерубаются кабели, а все пространство заполняется огнеупорными материалами. Безрезультатно: огонь медленно ползет вниз. Все это время продолжают падать скоростные лифты.



Горит Останкинская телебашня

К 4 часам утра 28 августа пожарные работают уже на высоте 150 м. К 6 утра огонь разгорается с новой силой, доходя уже практически до земли – до конического основания высотой 63 м. Пожарные начинают использовать воду. К 12 часам дня пламя удается остановить, а затем и потеснить вверх. К 14 часам тушение идет на высоте 300 м, в 17 часов объявлено, что пожар полностью потушен.

По официальной версии, "причиной возгорания Останкинской башни стало значительное превышение нагрузки на фидеры – кабели, передающие сигнал высокой мощности от аппаратуры к антенне". Начальник управления госу-

дарственной противопожарной службы ГУВД Москвы Л.Коротчик заявил на пресс-конференции 30 августа, что башня была "рассчитана на значительно меньшую нагрузку, чем та, которой она подвергалась в последние годы". В последнее время на башне было дополнительно установлено оборудование около 20 объектов радиотелефонной, пейджинговой и космической связи. Пожарный уверен, что это была "погоня за деньгами", которая привела к пренебрежению правилами противопожарной безопасности.

Интенсивное горение фидерных кабелей, имевших горючие полиэтиленовые оболочки, отмечали все участники тушения. При этом падающие вниз капли полиэтилена создавали на различных высотах вторичные очаги горения. При температуре около 1000°C вниз полетели и горящие фрагменты разрушающихся фидеров. Попытки пожарных поставить преграды на пути этого огненного дождя с помощью асбестовых полотен успеха не имели. Выступающие конструкции оставляли зазоры в полотнах, сквозь которые фрагменты кабелей и расплава продолжали лететь вниз.

Кроме того, после начала пожара электроэнергию не отключали более трех часов, что значительно затрудняло работу пожарных. Башня просто не была оборудована современными системами пожаротушения, а потому подобная катастрофа была едва ли не закономерной. В мае 2000 года на башне в последний раз побывали пожарные инспекторы. Они обнаружили 38 недостатков, которые было предписано устранить в срочном порядке. До момента пожара удалось исправить только 16 из них [8].

ОСТАНКИНСКИЙ ТЕЛЕЦЕНТР

11 апреля 2005 в здании телецентра "Останкино" произошло возгорание в кабельном коллекторе между вторым и третьим этажами здания. Очаг был обнаружен быстро, в противном случае, по мнению пожарных, последствия могли бы быть намного серьезнее. Если бы пожар распространился по кабелям, которые проходят по всему телецентру, "Останкино" был бы причинен значительный ущерб. Открытого горения как такового не было, но

помещения площадью около 200 кв. м оказались сильно задымленными. Возгорание произошло из-за "теплового эффекта аварийного пожароопасного режима работы аппарата защиты АП-50-ЗМТ, что является недостатком конструкции данного электротехнического устройства", – говорится в постановлении ГУ МЧС России по Москве.

МОСКОВСКИЙ "БЛЭК-АУТ"

Московская энергоавария 2005 – это совокупность аварийных событий 23–25 мая 2005 года, вызвавшая массовое отключение потребителей электроэнергии в Москве, Московской, Тульской и Калужской областях. Снижению надёжности электрических сетей поспособствовали начало летнего ремонтного сезона, когда значительная часть оборудования была выведена из работы, и необычно жаркая погода. В течение 23 и 24 мая 2005 года на подстанции "Чагино" на юго-востоке Москвы произошло несколько аварийных событий (взрывы измерительных трансформаторов тока, короткое замыкание на сборных шинах), которые привели к полному погашению этой подстанции и разрыву проходящего через нее московского энергокольца на 500 кВ.

Основной предпосылкой к возникновению этой крупнейшей в истории России энергоаварии явился быстрый рост энергопотребления в Московском регионе на фоне массового износа оборудования электрических сетей. Эта авария подробно описана [9], тем не менее, кратко напомним хронологию событий.

23 мая вечером на подстанции "Чагино" возникло небольшое возгорание в одном из шести трансформаторов, расположенном в одноэтажном кирпичном здании. После отключения напряжения возгорание было ликвидировано применением углекислотной пены. Питание потребителей было переключено на пять оставшихся трансформаторов. 24 мая после 21.00 произошло возгорание уже четырех трансформаторов.

Утром 25 мая аварийно отключилась подстанция "Очаково", в результате чего были отключены высоковольтные линии на 220 кВ. В южной части Москвы в результате этих отключений в сети напряжение упало до 90 кВ (вместо 110

кВ), и была потеряна генерация на ГЭС №1, на семи ТЭЦ и ГРЭС-4. Уже в 10.10, с наступлением пика утреннего потребления, отключились еще четыре из семи московских подстанций. Отключились также пять московских электростанций и еще 15 питающих центров. Энергетическая авария перешла в стадию "цепной реакции", оставив без энергоснабжения Подмоскovie, Тульскую, Калужскую и Рязанскую области – были отключены Алексинская ТЭЦ, Новомосковская ГРЭС, Ефремовская ТЭЦ, Щёкинская ГРЭС. В Московской области без света остались 34 района. Образовавшийся дефицит электроэнергии вызвал срабатывание устройств противоаварийной автоматики на отключение потребителей. В результате каскадного развития аварии в Московской энергосистеме была отключена 321 подстанция, несколько линий метрополитена и пригородных железных дорог. Полностью обесточена была и Тула – здесь до вечера не ходил транспорт, не работала связь. Развитие аварии было остановлено в середине дня 25 мая; к вечеру 26 мая последствия аварии были полностью ликвидированы.

Авария привела к коллапсу транспортной системы Москвы, нарушению работы и производственного цикла множества предприятий, банков, бирж, органов управления. В эти дни даже из Санкт-Петербурга было практически невозможно дозвониться куда-либо, кроме регионов Северо-Запада. Большая часть российского сегмента Интернета испытывала серьезные проблемы. Резко упала скорость доступа к российским интернет-ресурсам. Число пользователей Интернета снизилось на 20%, а число просмотренных страниц – на 40%. Из-за аварии отключился основной российский узел обмена интернет-трафиком – М9.

Все крупные операторы мобильной связи признали сбой со связью в результате обесточивания базовых станций в Москве и Московском регионе и перевода на резервные источники питания. Одновременно в сети наблюдались перегрузки из-за резко возросшего уровня использования мобильной связи. В течение дня ситуация постоянно

ухудшалась. По предварительным оценкам, проблемы коснулись до 30% абонентов Московского региона, т.е. примерно 6 млн. человек. В помощь связистам (а также больницам и коммунальным службам) были выделены армейские мобильные дизель-генераторы, которые не смогли доставить на места из-за возникших автомобильных пробок.

Расследование этой крупной энергоаварии выявило такие причины ее возникновения и развития [10], как износ и технические отказы оборудования, недостаточная пропускная способность электросетей, в том числе магистральных; неудачные технические решения (неэффективная автоматика релейной защиты магистральных сетей ОАО "Мосэнерго"). Сыграл роль и дефицит реактивной мощности (после отмены Правил пользования электрической и тепловой энергией большинство крупных потребителей перестали участвовать в управлении реактивной мощностью энергосистемы).

Безусловно, влияние оказали и халатность персонала энергосетей (отключение нескольких высоковольтных линий произошло из-за того, что провисшие вдоль просеки провода касались веток деревьев), и воровство электроэнергии (из-за многочисленных набросов некоторые высоковольтные линии имели пониженную пропускную способность), и безответственность потребителей (Московский нефтеперерабатывающий завод, запитанный через ПС "Чагино", не имел требуемой для его класса надежности схемы резервирования).

Авторы работы [10] – сотрудники НИИЭЭ – полагают, что "изначально энергосистемы имеют высокий уровень как технического, так и инфраструктурного резервирования, поэтому только комбинация множества по отдельности маловероятных фактов может привести к масштабной аварии. С другой стороны, подобная комбинация случайностей, разрывая систему сразу в нескольких местах, вызывает в ней волну разнообразных отказов, способных спровоцировать каскадное развитие аварии с выходом из строя всей энергосистемы или существенной ее части: в этом случае последствия будут поистине катастрофическими."

В данном случае непосредственной причиной стали взрывы изношенных трансформаторов, однако Московская авария 2005 года представляет собой системное нарушение, т.е. неспособность энергосистемы как единого целого противостоять стечению негативных обстоятельств, прежде всего по причине нерасчетных возмущений, ошибок в ее стратегическом развитии, оперативном управлении, регулировании и др.

Мы столь подробно остановились на аварии энергообъекта не только потому, что энергетические аварии значительно влияют на сети связи. Сети электроснабжения и сети связи – это сложные технические системы, в поведении которых при нештатных ситуациях много общего. И при всех технических различиях субъективные причины аварий в различных отраслях и областях техники друг от друга практически не отличаются.

Как будет показано далее, подобные аварии имеют достаточно массовый характер и отличаются только масштабами. Еще более к тяжелым последствиям – вплоть до техногенных катастроф – может привести авария системы управления технологическими процессами. Для их предупреждения необходим системный анализ потенциальных угроз, причем для телекоммуникационных систем особую опасность представляют опасные электромагнитные влияния. Их анализу и будет посвящена следующая публикация.

Продолжение в следующем номере.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рогонский В.А., Воронин В.М.** Строительные катастрофы. – СПб, Стройиздат, 2001.
2. **Мак-Ивли А.Дж.** Анализ аварийных разрушений. – М.: Техносфера, 2010.
3. **Петров Ю.П., Петров Ю.Л.** Неожиданное в математике и его связь с авариями и катастрофами. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
4. **Петров Ю.П.** Расследование и предупреждение техногенных катастроф. Научный детектив. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007.
5. Коммерсантъ, №42 (2645) от 13.03.2003.
6. www.rian.ru
7. Пожар на АТС-21. – www.dsv.net.ru
8. www.obashnya.ru
9. Авария в энергосистеме в Москве. – <http://ru.wikipedia.org>
10. **Белобров В., Эдельман В.** Риск-менеджмент в электроэнергетике: цель – надежность электроснабжения. – Энергорынок, 2006, №1.