

Введение

Электромагнитная совместимость различных электротехнических устройств стала серьезной проблемой во всех областях техники. Под электромагнитной совместимостью понимают способность приборов, устройств и систем нормально функционировать в условиях воздействия на них внешних электромагнитных полей различного происхождения и при этом не создавать во время своей работы помех другим электротехническим устройствам и биологическим объектам. Электромагнитные поля возникают как от естественных источников (гроза, магнитное поле Земли, землетрясения, токи в атмосфере, земле и в воде и т. п.), так и от искусственных (электроэнергетические установки, линии электропередачи, радиотехнические и электротехнические устройства, устройства связи, промышленные процессы, статическое электричество и т. д.).

Количественный состав источников непрерывно увеличивается, мощность электростанций удваивается каждые 20 лет, частотный спектр воздействий расширяется, а чувствительность приборов к внешним помехам возрастает. Чувствительность интегральных схем гораздо выше чувствительности транзисторов старого типа и несопоставима с чувствительностью ламповых устройств.

Еще пару десятков лет назад сети связи основывались главным образом на классических кабелях с медными жилами, симметричными и коаксиальными. Существовавшее ранее деление линий связи на высокочастотные транспортные (магистральные и зонавые) и низкочастотные местные линии претерпело существенные изменения. Низкочастотные абонентские линии, связывавшие телефонный аппарат абонента со станцией, ныне уплотняются или заменяются на высокочастотные медные линии для передачи данных и доступа в Интернет, на гибридные и оптические линии, на радиодоступ.

В настоящее время тенденцией развития телекоммуникационных сетей является постепенный переход на сети нового поколения NGN (Next Generation Networks), обеспечивающие услуги различного характера: широкополосный доступ в Интернет, пакетную телефонию, выделенные широкополосные каналы, видео по запросу и т. д. Развитие сетей линий связи и рост рынка оптической связи в значительной степени связан в основном со строительством сетей доступа.

Современные технологии доступа отличаются большим разнообразием: это группа технологий LAN, использующих в качестве среды передачи структурированные кабельные коаксиальные и оптоволоконные системы; группа технологий DSL, использующих в качестве среды передачи существующую инфраструктуру телефонной сети общего пользования; группа технологий OAN, использующих оптоволоконный кабель; группа технологий кабельного телевидения (КТВ), использующих оптоволоконный и коаксиальный кабели; группа гибридных технологий сетей коллективного доступа (СКД) для жителей многоквартирных домов и удаленных объектов, использующих в качестве сред передачи инфраструктуру телефонной сети общего пользования (ТфОП); радиотрансляционные сети и сети электропитания. Некоторые из этих технологий используют комбинации направляющих сред передачи, подверженность внешним и взаимным воздействиям которых различна. В одном кабеле могут совмещаться различные технологии DSL, создающие значительные перекрестные помехи. Если учесть, что длина линии DSL может достигать 6...7 км, приобретает большое значение спектральная совместимость систем DSL. Активно развиваются сегменты FTTx и, в частности, FTTH (волокно в каждый дом).

Кроме проводного доступа большое распространение получают системы беспроводного доступа: технологии фиксированного беспроводного оптического и радиодоступа; технологии, обеспечивающие локальную подвижность абонентов; технологии мобильной связи. Все эти технологии обеспечивают конвергенцию сетей связи с коммутацией каналов и коммутацией сообщений и обеспечивают взаимодействие с транспортными сетями, базирующихся на различных технологиях. На линиях связи внедряются волновое уплотнение WDM со скоростями передачи от 2,5 до 10 Гбит/с и поляризационное уплотнение.

Существенные изменения происходят и в элементной базе применяемой аппаратуры и в системах управления. На станциях появились многочисленные компьютеры, чувствительность которых к внешним воздействиям может быть велика. Создаются системы контроля за работой компьютеров. На старых зданиях АТС монтируются базовые станции сотовой связи с установкой антенн на крыше, что существенно изменяет защищенность станций и подключенных кабелей от ударов молнии и других электромагнитных воздействий. В мировой практике для такого рода объектов используется зонный метод построения молниезащиты.

В последнее время в России наметилась тенденция массового строительства дачных и элитных загородных малоэтажных поселков в пригородных зонах вблизи промышленных и культурных

центров и интенсивного развития сетей доступа в них. Воздействие грозových разрядов в пригородной зоне с малоэтажной застройкой существенно отличается от воздействия в сельской местности, в городе или в области с многоэтажной застройкой и развитой сетью коммуникаций.

Таким образом, можно констатировать, что применяемый на линиях связи спектр частот увеличился во много раз, чувствительность элементной базы (новых транзисторов и интегральных схем) к внешним воздействиям возросла и как следствие этого уровень опасности вырос.

Ухудшение электромагнитной обстановки на объектах связи произошло, во-первых, вследствие насыщения АТС компьютерной техникой и аппаратурой на современной элементной базе, которая устанавливается в старых зданиях АТС, имеющих недостаточную защиту от внешних полей, не рассчитанную на чувствительное электронное оборудование; во-вторых, вследствие установки в зданиях АТС оборудования сотовых станций, антенны которых существенно повышают подверженность станций воздействию грозových разрядов, и, в-третьих, вследствие значительного расширения спектра передаваемых частот. Расширение спектра частот привело как к увеличению числа влияющих объектов, так и к взаимным помехам внутри линий и расширению спектра влияния. Происходящее на наших глазах внедрение на сетях волнового уплотнения CWDM, DWDM и HDWDM, увеличение скорости передачи до 40 Мбит/с и более совершенно меняют представление о низкочастотных проводных линиях связи.

Расширение применения разнообразных электро- и радиоприборов, увеличение их мощности, расширение применяемого спектра частот, увеличивающееся применение чувствительной микропроцессорной техники обостряет проблемы электромагнитной совместимости. Еще два десятка лет назад связисты более всего опасались прямых ударов молнии в кабельные и воздушные линии связи и влияния на линии связи токов короткого замыкания высоковольтных линий электропередачи, а также выхода из строя подключенной аппаратуры, которая повреждалась волнами напряжения и тока, набегающими при этом с линии. По мере развития техники влияние внешних электромагнитных полей чрезвычайно расширилось. Существенные открытия сделаны в изучении молнии. Оказалось, что наряду с большим током и сильным электромагнитным полем молния генерирует гамма-излучение, которое может быть опасным для оптических кабелей, особенно при прокладке в горах. Произошла и продолжается микроминиатюризация элементной базы, увеличивается ее чувствительность к внешним воздействиям. Современные

здания с установленной аппаратурой связи насыщены микропроцессорами, вычислительными устройствами и компьютерами, весьма чувствительными к внешним электромагнитным воздействиям. Высотные здания в городах являются объектами воздействия внешних атмосферных электромагнитных полей, которые существенно отличаются по амплитуде и форме от воздействий на малоэтажные объекты.

В связи с насыщенностью зданий чувствительной аппаратурой и повышением уровня электромагнитных полей изменились правила оборудования защитных заземлений. Согласно современным воззрениям, защитные заземления нужно делать до или во время строительства здания, а не после. Усилилось внимание к электростатическим разрядам, возникающим в помещениях с современной пластиковой отделкой. Появились полностью диэлектрические оптические кабели связи, воздействия на которые грозových разрядов носит совершенно другой характер по сравнению с электрическими кабелями, а именно: происходит поворот плоскости поляризации распространяющейся по волокну световой волны, что при волновом уплотнении и высокой скорости передачи может вызвать сбой в передаче сигналов. Наконец, проведенные в последние годы исследования позволили выявить новые характеристики параметров молнии и даже новые атмосферные электрические явления.

Необходимо обратить внимание на еще один факт, изменяющий оценку опасности грозových воздействий. Если раньше при передаче сигналов в основном применялась коммутация каналов, то теперь часто применяется коммутация пакетов и сообщений, причем передача разных частей одного и того же документа может осуществляться по различным линиям и даже различным направляющим средам передачи. Часть сообщения может быть передана по электрическому кабелю, другая часть по оптическому, что-то по спутниковой линии или беспроводному радиодоступу, причем абоненты этого могут и не знать, а маршрут передачи может зависеть от времени. Пакеты независимо маршрутизируются и восстанавливаются в должном порядке у получателя. Вероятность воздействия грозových разрядов и других электромагнитных источников на каждой из этих линий и защищенность различны.