

Предисловие

Учебное пособие «Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи» (Э.Л. Портнов) было опубликовано в 2007 году. В книге были рассмотрены конструкции оптических кабелей связи, их передаточные характеристики и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи. Однако за прошедший период разработаны и внедрены новые конструкции оптических кабелей связи, новые технологические решения по монтажу муфт и оптических волокон; в изданной книге не рассматривались измерения оптических волокон и кабелей как при строительстве, так и при монтаже и эксплуатации.

Книга «Оптические кабели связи, их монтаж и измерения» посвящена тематике построения линий связи (волоконно-оптических) независимо от принципов коммутации и передачи различных видов информации. В настоящее время построена Единая первичная сеть России на симметричных, коаксиальных и волоконно-оптических кабелях связи, которые используются как на магистральных участках сети, так и на внутризоновых, городских и сельских. Волоконно-оптические линии вытесняют с магистральных, внутризоновых и местных сетей симметричные и коаксиальные кабели, оставляя им только возможности развития на городских абонентских участках, на распределительных коаксиальных участках кабельного телевидения и на локальных сетях внутри зданий, при этом волоконно-оптические линии гармонично вписываются в существующую структуру сети на медных кабельных линиях, постепенно вытесняя их с различных участков сети. На базе волоконно-оптических линий связи созданы и внедрены в эксплуатацию кабельные магистрали протяженностью в несколько тысяч километров, в том числе и кабельные магистрали, проложенные через океаны и морские глубины.

В 3-й главе дополнительно рассмотрены модовое двулучепреломление и поляризационная модовая дисперсия в оптических кварцевых волокнах. В 4-й главе дано расширенное описание нелинейных эффектов в оптическом волокне. В 5-й главе более широко рассмотрены конструкции оптических кабелей для грозозащитных тросов, для пневмозадувки, комбинированные конструкции оптических кабелей, подводных оптических кабелей. В 9-й главе и в приложениях 1–5 широко представлен монтаж оптических кабелей с учетом новых технологий. Главы 10–12 посвящены измерениям на оптическом волокне и оптической кабеле как в процессе монтажа, так и в процессе строительства и эксплуатации.

Э.Л. Портновым написаны 1–12 главы, Приложения 1–3 подготовлены А.Л. Зубилевичем, а приложения 4–5 — С.А. Чижановым.

Книга предназначена для студентов и аспирантов, обучающихся по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Книга может быть также полезна для повышения квалификации работников предприятий связи.

Введение

В третьем тысячелетии стоит цель создания единой сети электросвязи на основе волоконно-оптических линий связи [1]. В настоящее время первичная сеть электросвязи базируется на симметричных, коаксиальных и волоконно-оптических линиях связи. На магистральных и внутризональных первичных сетях всех министерств и ведомств преобладают симметричные и коаксиальные кабели связи, однако все новое строительство в настоящее время выполняется на оптических кабелях связи. Другими словами, транспортный участок сети (междугородный, внутризональный и городской) базируется на волоконно-оптических технологиях. Строительство и модернизация сетей доступа (городская и сельская связь) также планируется выполнять на волоконно-оптических кабелях (волокно в кабельный шкаф, волокно к дому, волокно к абоненту, волокно на рабочий стол).

Технология «волокно в кабельный шкаф» предполагает, что к абоненту от шкафа идет кабель с медными жилами; при «волокне к дому» распределительный и абонентский участки здания выполнены кабелем с медными жилами (симметричным или коаксиальным); при «волокне к абоненту» от распределительной коробки будет идти медный кабель к компьютеру, а к телевизору — коаксиальный радиочастотный кабель; при «волокне на стол» реализуется волоконно-оптическая технология при сохранении медной абонентской проводки и радиочастотного коаксиального кабеля к телевизору.

В ближайшие годы в России предполагается полная интеграция существующих сетей (включая сети подвижной связи, вещания и Интернета) в единую федеральную сеть. Интернет-трафик в мире уже в 2007 году составил 6 Петабайт в день, при этом суммарная скорость по одному оптическому волокну достигла 4 Тбит/с, а по медному кабелю 1 Гбит/с.

Согласно международному стандарту (рекомендации G.65x) Международного союза электросвязи (МСЭ) выпускается большое количество видов одномодовых оптических кварцевых волокон.

Появление систем с расстоянием между каналами в 100 и 50 ГГц привело к увеличению допустимого диапазона дисперсии.

При создании ВОЛС применяются различные виды передатчиков. Для улучшения характеристик хроматической дисперсии наибо-

Несомненно, приоритетным направлением является широкое внедрение волоконно-оптических кабелей на всех уровнях первичных сетей: транспортных и доступа, дальнейшее развитие медных кабелей на сети общего пользования, на сети доступа, кабелей структурированных кабельных систем, радиочастотных коаксиальных кабелей для сети кабельного телевидения.

Россия является самой большой страной по территории — она занимает 12,5 % земной суши, а проживает на этой территории всего 2 % населения Земли, т.е. плотность населения составляет всего 8,1 человек на квадратный километр*. Следовательно, для обеспечения населения средствами и услугами связи необходимо строить очень длинные линии связи, что требует больших капитальных затрат.

Суровый климат России, демографическая и экономическая неоднородность усугубляют трудности в развитии связи в России в целом.

С начала 90-х годов прошлого века на магистральной и внутризоновой сетях общего пользования прекратилось строительство новых линий связи на кабелях с медными жилами, однако огромная сеть, создаваемая десятилетиями на кабелях с медными жилами, в 2...3 раза превышает современную сеть на оптических кабелях связи. Транспортная сеть на медном кабеле не может конкурировать с оптической транспортной сетью ни по пропускной способности, ни по качеству цифрового сигнала, ни по протяженности и по ряду других характеристик.

Поэтому первоочередной задачей на транспортной сети является замена кабельных линий с медными жилами на оптические кабельные линии. За десятилетний период времени на магистральных и внутризоновых сетях общего пользования и технологических сетях было построено 140 тыс. км оптических линий связи. При сохранении темпов строительства заменить кабельные линии с медными жилами на оптические на указанных выше сетях удастся только к 2030 году. Но есть еще большая группа кабельных линий на сети доступа общего пользования с медными жилами, и их протяженность тоже немалая.

Другими словами, к 2030 году может быть решена транспортная инфраструктура оптических кабельных линий, которая по протяженности к этому времени будет составлять 1260 тыс. км.

Существующая транспортная и технологическая инфраструктура России без учета ее развития и замены отслуживших свой срок кабелей представлена ниже и в табл. В.2.

* По данным сайта www.iformatsiya.ru на 2010 год. — *Прим. ред.*

Таблица В.2

Длина оптических и медных кабелей на транспортной сети России, тыс. км

Сеть	Оптический кабель	Медный кабель	Всего
Телеком	33	84	117
Региональная компания	48	125	173
Новые операторы	10	–	10
РЖД	55	84	139
ЕЭС	25	172	197
ИТОГО	171	465	636

Инфраструктура	Протяженность, тыс. км
Дороги	533
Железные дороги	86
Магистральные ВВЛ	150
Магистральные нефтепроводы	47
Магистральные газопроводы	153
Итого инфраструктуры	969
Уровень насыщения	1260

Уровень насыщения сети кабелями выбран исходя из предположения, что длина кабельной линии должна превосходить длину соответствующей инфраструктуры на 30 %.

В России имеется около 2700 городов (до уровня райцентров включительно), в которых имеется местная сеть, что потребует также ее замены на оптическую кабельную сеть. Существует также огромное количество деревень и поселков, в которых либо проложены медные кабели, либо их вообще нет. С экономической точки зрения прокладывать оптические кабели в село или в поселок невыгодно. Более целесообразно обеспечить сельскую инфраструктуру малокабельной радиорелейной связью, а оптические кабельные линии использовать для соединения базовых станций. При 100%-ной замене линий связи с медными жилами на оптические кабельные линии потребуются также десятки лет до 2069 г. Срок службы многих типов электрических и оптических кабелей за этот период истечет, и их необходимо будет менять как на сети доступа, так и на транспортном участке сети. Поэтому оптимистический прогноз может измениться в сторону увеличения еще на десятки лет.