В существующих системах цифровой оптической связи длина регенерационного участка при $\lambda = 0{,}85$ мкм составляет 10…20 км, а в системах на длинах волн 1,3 и 1,55 мкм может достигать 100…400 км.

Классификация типов оптического волокна

Согласно рекомендациям международного союза по электросвязи в области телекоммуникаций (МСЭ-Т) существует следующая классификация типов оптического волокна, определяемая соответствующими стандартами.

Стандарт G.650 дает общие определения типов волокон, перечень основных характеристик и параметров одномодовых волокон, а также методов измерения и контроля этих параметров.

Стандарт G.651 распространяется на многомодовое оптическое волокно с диаметром световедущей жилы 50 мкм и оболочки 125 мкм и на кабели на его основе. В нем содержатся рекомендации по основным параметрам этих волокон, контролируемым характеристикам и допустимым нормам. Этот тип волокна в настоящее время используется только в коротких, внутриобъектовых системах передачи с рабочей длиной волны 0,85 и редко 1,31 мкм.

ХАИ Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

Стандартом G.652 определяется одномодовое волокно с несмещенной дисперсией. Его параметры оптимизированы для диапазона длин волн 1,31 мкм, в котором волокно имеет нулевую хроматическую дисперсию и минимальное затухание. Диаметр световедущей жилы волокна – 9 мкм, оболочки – 125±2 мкм; профиль показателя преломления имеет вид ступеньки.

Волокно G.652 используется для одноволновой и многоволновой передачи, в том числе в диапазоне длин волн 1,55 мкм и обеспечивает передачу информации со скоростями до 10 Гбит/с на средние расстояния (до 50 км).

Стандарт G.653 распространяется на одномодовое волокно со смещенной нулевой дисперсией в области 1,55 мкм – DSF (Dispersion Shifted Fiber). Это волокно имеет нулевую дисперсию в области минимальных потерь, что достигается за счет более сложного профиля коэффициента преломления

ХАИ
Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

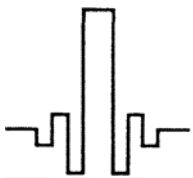
Волокно стандарта G.653 используется в протяженных магистральных широкополосных линиях и сетях связи, оно обеспечивает передачу информации на несколько сотен километров со скоростями до 40 Гбит/с.

Однако по нему можно передавать только один спектральный канал информации, поскольку необходимая для многоволновых систем высокая концентрация световой мощности в волокне G.653 из-за особенностей структуры жилы приводит к проявлению нелинейных эффектов, которые, в свою очередь, приводят к перекрестным помехам в линии.

Стандарт G.654 содержит описание характеристик одномодового волокна и кабеля, имеющих минимальные потери на длине волны 1,55 мкм. Это волокно было разработано для применения в подводных системах. За счет больших, чем у волокна стандарта G.653 размеров световедущей жилы, оно позволяет передавать более высокие уровни оптической мощности, но в то же время обладает более высокой хроматической дисперсией в диапазоне 1,55 мкм. Волокно типа G.654 не предназначено для работы на какой-либо другой волне излучения кроме 1,55 мкм.

Кафедра УАИ приема, передачи и обработки сигналов

Стандарт G.655 описывает волокно с уплощенной дисперсией, называемое также волокном со смещенной ненулевой дисперсией – NZ-DSF (Non-Zero Dispersion Shifted Fiber). Это достигается за счет применения специального профиля показателя преломления.



Это волокно предназначено для применения в магистральных волоконно-оптических линиях и глобальных сетях связи, использующих DWDM-технологии в диапазоне длин волн 1,55 мкм.

Волокно G.655 имеет слабую, контролируемую дисперсию в полосе (1,53…1,56 мкм) и больший диаметр световедущей жилы по сравнению с волокном типа G.653. Это снижает проблему нелинейных эффектов и открывает возможности применения эффективных волоконно-оптических усилителей.

Кафедра приема, передачи и обработки сигналов ХАИ

Типы оптического волокна для СКС

Обозначение по стандарту	100 Mb Ethernet	1 Gb Ethernet	10 Gb Ethernet	40 Gb Ethernet	100 Gb Ethernet	Цветовая кодировка
OM1 (62,5/125)	до 2000 м	275 м	33 м	Не под-держивает	Не под-держивает	Оранжевый
OM2 (50/125)	до 2000 м	550 м	82 м	Не под-держивает	Не под-держивает	
OM3 (50/125)	до 2000 м	550 м	300 м	100 м	100 м	Голубой
OM4 (50/125)	до 2000 м	1000 м	550 м	150 м	150 м	
OS1 (9/125)	свыше 2000 м					Желтый

OM – Optical Multimode – Многомодовое волокно

OM1, OM2 – Источником излучения является светодиод

OM3, OM4 – Источником излучения является лазерный диод

OS – Optical Singlemode – Одномодовое волокно

Конструкция оптических кабелей

Оптический кабель содержит:

– *оптические волокна*, скрученные по определенной системе;

– *силовые* (упрочняющие) *элементы* – воспринимают на себя продольную нагрузку на разрыв, поскольку из-за малых размеров волокон и очень малого допустимого относительного удлинения стекла, волокна могут быть разрушены даже при незначительном продольном растяжении;

– *заполнители* – сохраняет стабильность расположения оптических волокон по всему сечению кабеля;

– *армирующие элементы* – повышают стойкость кабеля к внешним механическим воздействиям;

– *наружные демпфирующие* и *защитные оболочки* – предохраняют от проникновения влаги и паров вредных веществ.

ХАИ
Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

Классификация

Магистральные кабели – передача больших объемов информации на большие расстояния – малые затухание и дисперсия, большая пропускная способность – одномодовое волокно (8/125 мкм), длина волны 1,3…1,55 мкм.

Зоновые кабели – передача многоканальных данных на расстояние до 250 км – градиентное многомодовое волокно (50/125 мкм), длина волны 1,3 мкм.

Городские кабели – соединение городских АТС и узлов связи – рассчитаны на расстояния до 10 км (без регенераторов) и большое число каналов – градиентное многомодовое волокно (50/125 мкм), длина волны 0,85 мкм.

Подводные кабели – высокая механическая прочность на разрыв, надежные влагостойкие покрытия, малое затухание и большие длины регенерационных участков – одномодовое волокно (8/125 мкм), длина волны 1,3…1,55 мкм.

Объектовые кабели – учрежденческая и видеотелефонная связь, сети кабельного телевидения, бортовые информационные системы подвижных объектов – ступенчатое многомодовое волокно (100/200 мкм), длина волны 0,85 мкм.

Кафедра ХАИ приема, передачи и обработки сигналов

Монтажные кабели – малые расстояния, большая механическая гибкость – выполняются в виде жгутов или плоских лент – ступенчатое многомодовое волокно (100/200 мкм), длина волны 0,85 мкм.

Методы изготовления оптических волокон

– *тигельные* (осаждение из жидкой фазы) – изготовление волокон из стекол с низкой температурой плавления (1000…1200˚ С) – потери 3…4 дБ/км;

– *методы осаждения из газовой фазы* – изготовление волокон из стекол с высокой температурой плавления (порядка 1500˚ С) – потери 0,4…0,5 дБ/км.

Требования: строгий контроль чистоты исходных материалов и исключение попадания посторонних веществ в течение всего технологического процесса.

ХАИ
Кафедра приема, передачи и обработки сигналов