

ОТЗЫВ

ведущего предприятия

Федеральное государственное унитарное предприятия
Центральный научно-исследовательский институт связи
(ФГУП ЦНИИС)

на диссертацию Григорьяна Артема Кареновича на тему: *«Исследование и разработка современной методики определения влияния хроматической и поляризационной модовой дисперсий на передачу сигналов и методов их компенсаций при высоких скоростях передачи»*

Масштабы будущих телекоммуникационных сетей, позволяющих связывать вслед за людьми и компьютерами, - предметы, приборы, механизмы, автомобили и биообъекты, характеризуются следующими данными.

Сетевые терминалы	Количество млрд.
Персональные компьютеры	0,3
Телефоны (фиксированной и сотовой сетей связи)	2
Бытовые устройства, автомобили, сооружения	2
Микропроцессоры	2
Сенсоры, датчики, идентификаторы	1000

Для этих сетей потребуются Петабитные (10^{15}) компьютеры с Экзабитными (10^{18}) объемами памяти и линии передачи с Терабитными (10^{12}) скоростями передачи информации. При помощи этих сетей будет предоставляться широкий спектр телекоммуникационных услуг со скоростью передачи до 40 (Телевидение высокой четкости HDTV MPEG-4) и даже до 1000 Мбит/с (Интерактивные трехмерные игры).

Эксперты предсказывают, что в 2018 году скорость широкополосного доступа будет в 10^6 раз больше, чем в 1990. Массовое использование «тяжелого» контента требует увеличения скоростей передачи и на транспортном звене сети связи.

При скоростях передачи выше 10 Гбит/с необходимо учитывать влияние на качество сигнала не только хроматической, но и поляризационной модовой дисперсии.

Новизна исследования, выполненного в диссертационной работе, заключается в следующем:

- ✓ разработан метод расчета длины усилительного и регенерационного участков с учетом параметров хроматической и поляризационной модовой дисперсий и современных форматов модуляции при скоростях передачи 40 и 100 Гбит/с для оптических волокон (ОВ), отвечающих требованиям рекомендаций МСЭ-Т G-652 и G-655;
- ✓ уточнен метод определения отношения сигнал/шум для одноволновой передачи для рассматриваемых типов ОВ, с учетом упреждающей коррекции ошибок для рассматриваемых систем передачи;
- ✓ получены решения для среднего значения поляризационной модовой дисперсии при угле ввода поляризации равным 0° для всей системы в целом.
- ✓ Сочетание методов модуляции, упреждающей коррекции ошибок, методов компенсации хроматической и поляризационной модовой дисперсии позволяет управлять режимом компенсации дисперсий.
- ✓ Получены оригинальные решения для определения отношения сигнал/шум и коэффициента битовых ошибок для указанных выше задач.
- ✓ Доказана необходимость учета характеристик отношения сигнал/шум, компенсации хроматической дисперсии с учетом ПМД при определении длины регенерационного и усилительного участков.

В итоге, на основании нового теоретического подхода получены 3 патента на конструкции оптических кабелей, позволяющие оптимально и в короткий срок устранить повреждения на волоконно-оптической линии связи.

Достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования обусловлены:

корректным применением используемых математических методов; подтверждением результатов теоретических исследований экспериментальными данными;

ознакомлением научной общественности с материалами диссертационной работы на научных конференциях и в научных статьях;

практической реализацией основных результатов работы в учебном процессе кафедры "Направляющие телекоммуникационные среды".

Показано, что увеличивая длину и число компенсирующих модулей на ВОЛП, мы увеличиваем ПМД. Один из методов основан на настраиваемом высокоэффективном и селективном пространственном модовом трансформаторе для модулей компенсации дисперсии. Этот метод обеспечивает преимущество по компенсации дисперсии и угла наклона ее характеристик во всех применяемых оптических волокнах. При этом достигаются малые потери и высокая толерантность к нелинейным эффектам.

Компенсации ПМД может быть осуществлена в оптическом или электрическом. Выравнивание ПМД в электрическом приемнике осуществляется с помощью фильтров. Фильтр делит электрический сигнал на несколько ветвей, используя умножение линий задержки и затем комбинируя их на выходе. Это решение не может решить задачу полностью, т.к. не может оценить задержки между двумя основными состояниями поляризации (ОСП). Оптический компенсатор также использует линию задержки. Она может включаться на линии (на месте усилителя) или только перед приемником. Успех применения зависит от отношения $L/L_{\text{нмд}}$, где L длина ОВ, а $L_{\text{нмд}} = \frac{T_b^2}{2 \cdot D_{\text{нмд}}^2}$. Это отношение не должно быть больше 4 ($\frac{L}{L_{\text{нмд}}} \leq 4$).

Отличительной особенностью диссертационной работы является то, что в ней ставится и решается задача по определению длины участка регенерации и усиления с учетом максимально значимых элементов (хроматической дисперсии, модуляции, упреждающей коррекции ошибки, ПМД, компенсационных решений), и конечно затухания, что приводит к более точному решению.

Основное содержание диссертации опубликовано в 18 печатных работах, включая 3 патента на изобретения.

Автореферат с достаточной полнотой отражает содержание диссертации. Тематика диссертации соответствует специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Замечания по работе:

1. Решения, полученные для среднего значения ПМД совпадают со значениями ввода поляризации в волокно под углом 0° и не показано, как это будет отличаться при других углах ввода поляризации.

2. Следовало бы показать, как полученные значения ПМД будут отличаться от среднего значения ПМД для системы в целом после компенсации хроматической дисперсии.

Отмеченные недостатки не влияют на общую оценку диссертационной работы в целом. Диссертация А.К. Григоряна представляет собой

законченную научно-исследовательскую работу, содержащую обоснованное теоретическое и практическое решение задачи по определению влияния хроматической и поляризационной модовой дисперсии на выбор длины регенерационного участка волоконно-оптической линии передачи. Диссертация имеет важное значение для транспортного звена сети связи общего пользования России. Представленная на отзыв диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым Высшей аттестационной комиссией РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор – Григорьян А.К. заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Начальник лаборатории ФГУП
ЦНИИС, д.т.н., с.н.с.,
Заслуженный работник связи
Российской Федерации



А.Ю. Цым

Собственноручную подпись начальника лаборатории ФГУП ЦНИИС, д.т.н., с.н.с., Заслуженного работника связи Российской Федерации А.Ю. Цыма удостоверяю.

И.о. Генерального директора
ФГУП ЦНИИС



А.Н. Грязев